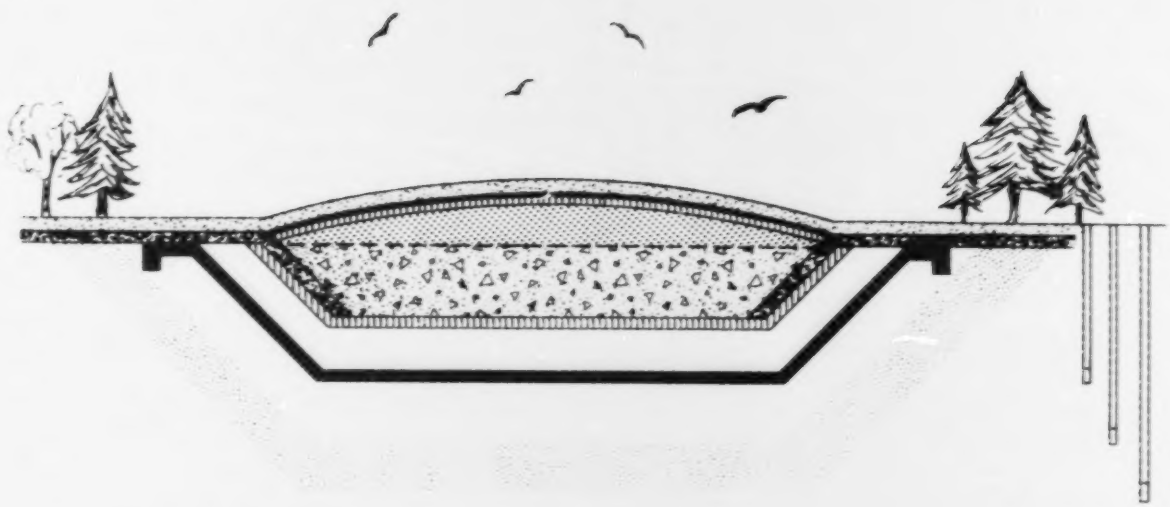
CCME

Canadian Council of Ministers of the Environment

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement

Lignes directrices nationales sur l'enfouissement des déchets dangereux

Rapport CCME-WM/TRE-028F
Avril 1991



Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

91-04629/

Lignes directrices nationales sur l'enfouissement des déchets dangereux

Le Conseil canadien des
ministres de l'environnement

CCME-WM/TRE-28F
Avril 1991

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Conseil canadien des ministres de l'environnement

Lignes directrices nationales sur l'enfouissement des déchets dangereux

([Rapport] ; CCME-WM/TRE-28F)
Publ. aussi en anglais sous le titre: National guidelines for the landfilling of hazardous waste.
Comprend un résumé en anglais.
Comprend des références bibliographiques.
ISBN 0-662-96887-5
N° de cat. MAS En108-3/1-28F

1. Décharges contrôlées -- Canada. 2. Dépôts de déchets dangereux -- Canada. 3. Environnement -- Surveillance -- Canada. I. Titre. II. Coll.: Rapport (Conseil canadien des ministres de l'environnement) ; CCME-WM/TRE-28F.

TD795.7.C3214 1991 628.4'4564 C91-098649-5

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
N° de catalogue En 108-3/1-28F
ISBN 0-662-96887-5

Commentaires

Les personnes qui désirent faire part de leurs commentaires sur la teneur du présent rapport sont priées de les adresser à :

F. Laperrière
Direction de la gestion des déchets
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

This report is also available in English under the title "National Guidelines for the Landfilling of Hazardous Waste", from the address below.

Si vous désirez obtenir des exemplaires supplémentaires du présent document, veuillez vous adresser à votre ministère de l'Environnement provincial respectif ou écrire au :

Secrétariat du CCME
139, avenue Tuxedo
Édifice 30
Winnipeg (Manitoba)
R3N 0H6

Résumé

Le présent document a été rédigé dans le cadre du Plan d'action sur les déchets dangereux du Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement, annoncé en mars 1987. Le Plan d'action prévoit l'établissement de lignes directrices nationales sur l'incinération, le traitement physique-chimique-biologique ainsi que l'enfouissement des déchets dangereux de manière à assurer la protection du milieu naturel et de la santé humaine . Ce document énonce les lignes directrices sur l'enfouissement des déchets dangereux.

Les organismes de réglementation fédéraux et provinciaux, les promoteurs, les propriétaires et les exploitants pourront se servir des lignes directrices en question pour arrêter des normes de base sur la conception, l'exploitation et le rendement des décharges servant à l'enfouissement de déchets dangereux au Canada. Le présent document ne vise pas à faire le point sur les techniques existantes puisqu'on peut trouver ce genre d'information dans certaines des nombreuses publications citées dans la bibliographie. Il n'a pas non plus pour but de se substituer aux compétences des professionnels spécialisés dans les diverses disciplines qui ont trait à l'enfouissement de déchets dangereux.

Abstract

This guideline document has been commissioned as part of the Canadian Council of Resource and Environment Ministers' Hazardous Waste Action Plan announced in March, 1987. The Action Plan calls for the drafting of National Guidelines for Hazardous Waste Incineration, Physical/Chemical/Biological/ Treatment, and Landfilling to ensure the protection of the natural environment and public health. This document sets forth the guidelines for the landfilling of hazardous wastes.

This document is also intended to provide a straightforward reference on the basic design, operating and performance standards to be used by the various federal and provincial regulatory agencies, designers, owners and operators of hazardous waste landfills in Canada. It is not intended to be a state-of-the-art technology review as this information can be obtained by reference to some of the many publications cited in the bibliography. It is also not intended to replace professional technical expertise in the various specialized disciplines involved in the field of hazardous waste landfilling.

Table des matières

Résumé v
Abstract vi
Liste des figures ix
Remerciements x
Sommaire des lignes directrices recommandées xi

Section 1
Introduction 1
1.1 Objet 1
1.2 Aperçu d'un système intégré de gestion de déchets dangereux 1
1.2.1 Système global 1
1.2.2 Enfouissement 2
1.3 Autres méthodes d'élaboration de lignes directrices 5
1.3.1 Types de normes 5
1.3.2 Méthode utilisée pour les présentes lignes directrices 7

Section 2
Déchets dangereux acceptables pour l'élimination par enfouissement 8
2.1 Aspects historiques 8
2.2 Détermination de l'acceptabilité des déchets 8

Section 3
Choix, conception et aménagement du site 11
3.1 Choix du site 11
3.2 Considérations générales en matière de conception 12
3.2.1 Disposition générale et sécurité 12
3.2.2 Bâtiments et installations 13
3.2.3 Gestion des eaux pluviales 15
3.2.4 Autres méthodes d'enfouissement 15
3.2.5 Autres méthodes d'aménagement du site 17
3.2.6 Considérations géotechniques 18
3.3 Concept d'atténuation naturelle 19
3.3.1 Prémisses 19
3.3.2 Choix du site 19
3.3.3 Contrôle des lixiviats 19
3.3.4 Surveillance 19
3.3.5 Entretien à long terme 19

3.3.6 Palliatifs **20**
3.3.7 Sites où l'on a mis en pratique l'atténuation naturelle **20**
3.4 Concept de rétention artificielle **21**
3.4.1 Aperçu des systèmes de revêtement d'étanchéité et des méthodes de contrôle des lixiviats **21**
3.4.2 Matériaux de revêtement d'étanchéité **24**
3.4.3 Contrôle des lixiviats **28**
3.4.4 Couverture artificielle **29**
3.4.5 Évacuation des gaz de fermentation **30**

Section 4
Exploitation et surveillance **32**
4.1 Aperçu général **32**
4.2 Méthodes administratives **32**
4.3 Mise en place des déchets **33**
4.4 Mesures d'urgence **34**
4.5 Programmes du personnel **35**
4.6 Programmes de surveillance de l'environnement **36**
4.6.1 Aperçu général **36**
4.6.2 Déplacement physique **36**
4.6.3 Lixiviats **37**
4.6.4 Fuites **37**
4.6.5 Eaux souterraines **37**
4.6.6 Émissions atmosphériques **37**
4.6.7 Inspection générale **38**

Section 5
Fermeture et postfermeture **39**
5.1 Aperçu général **39**
5.2 Fermeture **39**
5.3 Entretien de postfermeture **39**
5.4 Conservation des registres **40**
5.5 Responsabilité **41**

Références **43**

Bibliographie **45**

Liste des figures

1 Schéma d'un système global de traitement et d'élimination de déchets dangereux 3

2 Incidences néfastes possibles d'un site d'enfouissement de déchets dangereux 4

3 Types de décharges 16

4 Système à double revêtement de l'EPA pour l'enfouissement de déchets dangereux - version 1 22

5 Système à double revêtement de l'EPA pour l'enfouissement de déchets dangereux - version 2 22

6 Coupe tranversale du revêtement composite double de l'EPA pour l'enfouissement de déchets dangereux 23

7 Coupe transversale de la cellule imperméable pour déchets dangereux 25

8 Coupe transversale de la couverture de la cellule imperméable pour déchets dangereux 25

9 Coupe transversale de la paroi de la cellule imperméable pour déchets dangereux 26

10 Coupe transversale du fond de la cellule imperméable pour déchets dangereux 26

Remerciements

Nous désirons remercier les personnes qui ont participé, par leur travail et leur compétence, à la rédaction de cette publication. Mentionnons particulièrement T.W. Foote d'Environnement Canada qui a préparé ce document avec l'aide de Reid Crowther and Partners Limited et de Golder Associates Incorporated. Nous désirons également remercier les membres du Comité des déchets du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) qui ont contribué au présent ouvrage.

Sommaire des lignes directrices recommandées

Voici une compilation des lignes directrices présentées dans les cinq sections du présent document.

Section 1 - Introduction

La création d'un site d'enfouissement de déchets dangereux nécessite au préalable l'élaboration d'un programme global qui devrait au moins tenir compte de toutes les questions soulevées dans ce document, selon les conditions propres au projet.

Section 2 - Déchets dangereux acceptables pour l'élimination par enfouissement

a) Les déchets suivants devraient généralement être interdits aux sites d'enfouissement :

- liquides et matières contenant des liquides libres;
- contenants vides, à moins qu'ils n'aient été broyés ou déchiquetés, ou que leur volume ait été réduit d'une autre façon;
- explosifs, solides inflammables, matières à inflammation spontanée, matières qui réagissent au contact de l'eau, matières comburantes et peroxydes organiques.

b) On devrait envisager l'établissement d'un seuil de tolérance en ce qui a trait à l'enfouissement des déchets organiques dangereux, plus précisément des composés organiques halogénés, qui sont aptes à l'enfouissement. La dilution ou le mélange de déchets dangereux avec d'autres matières devrait être interdit lorsqu'il n'a d'autre but que réduire la concentration des déchets pour respecter les limites prescrites à la ligne directrice 2.2.

c) Les déchets dangereux devraient subir le meilleur traitement possible offert par les techniques existantes les plus efficaces pour le type de déchet et les caractéristiques du site d'enfouissement.

Section 3 - Choix, conception et aménagement du site

a) La sélection d'un site pour l'enfouissement de déchets dangereux exige qu'on tienne compte des paramètres géotechniques, biologiques, socio-économiques, humains et environnementaux de même que de la vocation des terres. En outre, ce processus doit respecter les exigences des autorités fédérales, provinciales et territoriales en matière d'évaluation des incidences environnementales.

b) Une étude complète du site à laquelle participeront des experts en matière de géologie, d'hydrogéologie et de qualité de l'air s'avère nécessaire. Celle-ci comportera la création d'un modèle du transport des contaminants afin d'évaluer l'incidence environnementale des contaminants qui pourraient migrer vers certains endroits à l'extérieur du site.

c) Le plan d'un site d'enfouissement de déchets dangereux devrait tenir compte des particularités matérielles de l'endroit, du plan d'aménagement envisagé et d'une circulation efficace du trafic. Ainsi, il faudrait prévoir la création d'une zone tampon autour du site comme écran visuel et barrière antibruit. La largeur de cette zone et ses caractéristiques d'atténuation visuelle et auditive pourront varier avec l'endroit, en fonction de la vocation des terres adjacentes et des règlements locaux.

d) On devrait installer un système de sécurité constitué d'au moins une clôture ceinturant le site ainsi que des signaux et des affiches appropriés. D'autres mesures de sécurité comme l'affectation d'un garde et l'installation de systèmes d'alarme pourraient s'avérer nécessaires dans certaines circonstances.

e) Les bâtiments et les installations du site d'enfouissement de déchets dangereux devraient comprendre un immeuble administratif logeant des bureaux, un réfectoire, un laboratoire et un vestiaire avec douche constitué de deux aires séparées, l'une «sale», l'autre «propre». Parmi les autres installations à prévoir se trouvent la bascule de pesage, des installations de lavage des véhicules et un bâtiment d'entretien. Ces dispositions visant à assurer que les matières dangereuses sont confinées adéquatement devraient être élargies de façon à empêcher la matière contaminée ou potentiellement contaminée d'être transportée accidentellement hors du site par les pneus des camions.

f) Les déchets liquides contaminés ou potentiellement contaminés résultant des activités menées sur le site d'enfouissement de déchets dangereux devraient être gardés et traités à part comme des déchets dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité. L'eau des douches ou celle ayant servi à laver les véhicules contaminés constituerait des sources potentielles de liquides contaminés.

g) Les eaux pluviales provenant de l'extérieur du site devraient s'écouler dans la direction opposée aux zones actives d'enfouissement. On devrait prendre tous les moyens raisonnables pour éviter le ruissellement à partir des zones actives du site d'enfouissement de déchets dangereux. Le cas échéant, les eaux d'écoulement devraient être jugées potentiellement contaminées, analysées et, si nécessaire, traitées comme des déchets dangereux.

h) Le choix du type de décharge (en surface, encapsulée peu profonde ou classique) dépendra d'une étude détaillée des particularités géophysiques et environnementales du site. Ce choix devrait tenir compte de l'intégrité du site et de la mesure dans laquelle il faut contrôler les risques de fuite des contaminants.

i) Le choix d'une méthode d'aménagement (par cellules, en tranchées ou global) devrait dépendre des facteurs propres au site et au projet. En règle générale, la méthode par cellules indépendantes se prête à l'enfouissement de plus petites quantités de déchets que les deux autres méthodes. On devrait appliquer les principes appropriés de géotechnique à différents aspects des installations d'enfouissement de déchets dangereux, dont la construction de remblais, de talus remaniés, de cellules d'enfouissement, de routes et d'ouvrages de drainage.

j) Le choix d'un matériau de revêtement d'étanchéité naturel ou synthétique, ou les deux, de préférence à un autre, dépend des facteurs propres au site et de la compatibilité du matériau avec les déchets dangereux à enfouir. De plus, il importe d'établir la résistance du matériau à la détérioration ou à la désagrégation, consécutivement aux changements de température ou aux contraintes associées à la pose du matériau et à l'exploitation du site.

k) On devrait installer un système de surveillance, de collecte et d'élimination des lixiviats sous les sites d'enfouissement qui

recourent au concept de «rétention artificielle» afin de minimiser les risques de migration des contaminants. De plus, les lixiviats recueillis au site d'enfouissement devraient être considérés comme un déchet dangereux en soi et traités en conséquence, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

l) On devrait installer un système de couverture au-dessus de chaque cellule d'enfouissement afin d'isoler les déchets, de contrôler les infiltrations et de fournir une protection contre l'érosion tel que le requièrent les particularités du site. La couche barrière du système de couverture devrait être solidement intégrée au système de revêtement d'étanchéité du site, autour de chaque cellule. De plus, la barrière imperméable de la couverture devrait être assez épaisse pour minimiser les contraintes dues au cycle saisonnier du gel et du dégel. La couverture et le revêtement de fond devraient être conçus pour qu'il n'y ait aucune accumulation de liquide dans la cellule.

m) Compte tenu des caractéristiques des déchets à éliminer, on devrait déterminer les risques de production de gaz et adopter un système approprié pour la collecte, le traitement et l'évacuation des émanations.

Section 4 - Exploitation et surveillance

a) On devrait rédiger un manuel d'exploitation détaillé, propre à chaque site d'enfouissement de déchets dangereux. Tous les membres du personnel devraient en prendre connaissance et l'utiliser comme principal document de référence pour l'exploitation quotidienne des installations.

b) On devrait mettre sur pied un système précis de contrôle de l'inventaire des déchets et de tenue des registres à chaque site. D'ailleurs, tous les membres du personnel devraient l'observer rigoureusement.

c) On devrait préparer un manuel d'entretien minutieux pour tout l'équipement mobile et stationnaire employé sur les lieux et s'en servir comme document de référence. Ce manuel devrait décrire toutes les mesures de décontamination de l'équipement et de protection du personnel.

d) On devrait utiliser l'équipement avec soin afin de ne pas détériorer le revêtement d'étanchéité ni le système de contrôle des lixiviats. De plus, l'équipement devrait être utilisé et

entretenu avec soin pour que les matériaux contaminés ne soient pas réexportés par inadvertance à l'extérieur des zones actives. À cet effet, l'eau qui a servi au nettoyage de l'équipement et les solutions de lavage devraient être recueillies séparément et traitées comme des déchets dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

e) On devrait dresser un plan d'urgence pour parer à tous les accidents auxquels on peut raisonnablement s'attendre sur un site d'enfouissement. Ce plan serait préparé en consultation avec les services d'urgence provinciaux et locaux. Le plan d'urgence devrait être revu et modifié régulièrement pour refléter les changements survenus au niveau du personnel, des techniques, de l'équipement et des stratégies d'intervention.

f) Tous les employés du site d'enfouissement devraient suivre un programme de formation détaillé et subir des examens médicaux avant l'embauche et, de façon régulière en cours d'emploi.

g) Avant d'aménager un site d'enfouissement de déchets dangereux, le promoteur devrait préparer un profil environnemental de base de l'endroit et des alentours immédiats, profil qui servira de point de référence aux fins de la surveillance subséquente.

h) Le propriétaire ou l'exploitant d'un site d'enfouissement de déchets dangereux devrait être obligé de mettre en oeuvre un programme de surveillance de l'environnement pendant l'exploitation et après la fermeture du site. Ce programme porterait sur les déplacements matériels, les lixiviats, les fuites, les eaux souterraines et les émissions atmosphériques. De plus, on devrait tenir à jour des registres chronologiques détaillés des données concernant la surveillance, recueillies avant, pendant et après l'exploitation du site.

i) Avant d'entreprendre l'exploitation du site, on devrait établir une série de valeurs dont le dépassement, d'après les résultats de contrôle, indiquera une situation anormale et déclenchera la mise en application des mesures correctives prévues au plan d'urgence.

Section 5 - Fermeture et postfermeture

a) Les plans d'entretien pour la fermeture et la postfermeture d'un site d'enfouissement de déchets dangereux devraient être

préparés dès l'étape initiale de planification et de conception pour l'ensemble des installations. De plus, ces plans devraient être mis à jour chaque fois qu'on apportera des changements aux installations ou aux méthodes d'exploitation durant la vie utile du site. Le propriétaire ou l'exploitant d'un site d'enfouissement devrait être obligé de fermer les installations de façon à :

- minimiser les besoins ultérieurs en matière d'entretien;
- contrôler les fuites de contaminants dangereux dans les eaux souterraines, les eaux de surface et l'atmosphère, de façon à protéger la santé humaine et l'environnement après la fermeture.

b) Une fois la fermeture opérée, l'équipement et les installations utilisés sur les lieux, à l'exception de l'équipement et des installations de surveillance, devront être décontaminés ou éliminés de façon appropriée. Les terres d'un site fermé seront assujetties à une utilisation restreinte. Ces restrictions devraient être déterminées puis maintenues indéfiniment.

c) Le plan d'entretien de postfermeture devrait décrire les activités qui se dérouleront sur le site après sa fermeture et en déterminer la fréquence. Ces activités garantiront au moins :

- le maintien de la fonction et de l'intégrité de la couverture finale;
- l'entretien, la surveillance et le fonctionnement des systèmes de collecte, d'élimination et de traitement des lixiviats et des gaz, le cas échéant;
- la protection et l'entretien des repères destinés aux relevés;
- le contrôle de l'accès au site, conformément à l'usage approuvé de postfermeture.

d) On devrait créer un système central d'archives où seront classés tous les dessins conformes à l'exécution et les autres registres d'exploitation. Ces archives devraient être préservées indéfiniment par l'organisme provincial responsable de la réglementation des activités de postfermeture. De plus, les archives devraient conserver des dossiers sur les programmes de surveillance permanents. On devrait envisager l'élaboration

d'un cadre législatif qui fixerait la conservation à long terme des registres.

e) Avant d'entreprendre l'exploitation du site, on devrait envisager une forme quelconque de financement pour les imprévus advenant la détérioration de l'intégrité du site et la nécessité de réparations au cours de sa vie utile ou après la fermeture. Le montant requis dépendra de l'importance du site, du type de déchets enfouis et des caractéristiques de l'endroit. Afin de calculer le montant nécessaire, on devrait tenir à jour un registre du coût des mesures correctives adoptées aux divers sites d'enfouissement de déchets dangereux d'Amérique du Nord.

f) Afin d'assurer la continuité de l'entretien postfermeture et d'éliminer les risques qu'une tierce partie prenne possession du site sans savoir que sa responsabilité est engagée, le site devrait être légalement enregistré dans l'acte notarié ou dans les titres de propriété avant le début de son exploitation.

Section 1

Introduction

1.1 Objet

Le présent document propose des lignes directrices nationales sur l'enfouissement des déchets dangereux à l'intention des organismes de réglementation ainsi que des concepteurs, des propriétaires et des exploitants de systèmes de gestion de déchets dangereux. On y trouvera des conseils généraux ayant trait aux maintes préoccupations afférentes à l'enfouissement de déchets dangereux. Les lignes directrices portent notamment sur les aspects suivants :

- choix du site;
- conception et aménagement;
- entretien à la fermeture et après celle-ci;
- exploitation et surveillance.

Ces lignes directrices s'appliquent surtout aux nouvelles installations d'enfouissement et non aux installations existantes. Elles ne concernent pas non plus l'enfouissement des déchets radioactifs puisque ces derniers sont du ressort de la Commission de contrôle de l'énergie atomique. Les lignes directrices constituent un ensemble de principes, de méthodes et de normes minimales qui, si on les respecte, minimiseront les risques de l'enfouissement des déchets dangereux pour la santé humaine et l'environnement. L'adoption de ces lignes directrices devrait assurer une approche nationale plus uniforme à l'enfouissement des déchets dangereux.

Puisque les conditions climatiques et géologiques varient considérablement d'une partie à l'autre du pays et que les techniques d'enfouissement évoluent rapidement, l'application des lignes directrices doit prévoir une certaine marge de manoeuvre. Si on parvient à démontrer que d'autres méthodes assurent un degré équivalent de protection de l'environnement et de la santé, ces nouvelles méthodes seront alors jugées conformes à l'objet du présent document.

1.2 Aperçu d'un système intégré de gestion de déchets dangereux

Avant d'aborder les lignes directrices proprement dites, il conviendrait de décrire la place du site d'enfouissement dans un système intégré de gestion de déchets dangereux.

1.2.1 Système global

Comme les déchets dangereux peuvent garder leurs propriétés néfastes très longtemps, parfois jusqu'à plusieurs siècles, il est important d'en réduire au maximum la quantité devant être éliminée. On peut y parvenir grâce à la mise en place de mesures visant soit à réduire la quantité de déchets produits, soit à récupérer, à recycler ou à réutiliser ceux-ci d'une autre façon. Si l'élimination des déchets demeure la seule alternative, il importe de les rendre aussi inoffensifs que possible avant de les éliminer. Il s'agit alors de les éliminer grâce à une méthode de destruction thermique ou par un procédé physique, chimique ou biologique quelconque. L'étape suivante se résume à détruire les résidus issus des

procédés de traitement et de destruction. Ceci se fait généralement par enfouissement.

La figure 1 propose un diagramme simplifié des différentes étapes d'un système global de traitement et d'élimination de déchets dangereux. Elle illustre les cinq étapes possibles d'un système global de gestion de déchets énumérées ci-après.

Étape 1 - Production des déchets

Cette étape consiste en la production réelle et le stockage sur place des déchets dangereux. La partie des déchets qui ne se prête ni à la réduction, à la récupération, au recyclage ni à la réutilisation nécessitera un traitement et une élimination appropriés au cours des étapes ultérieures.

Étape 2 - Collecte et transport

Cette étape comprend la collecte des déchets dangereux produits à l'étape précédente et leur transport jusqu'aux installations de traitement et d'élimination qui serviront à une étape ultérieure. La figure 1 montre qu'on pourrait intégrer au système, par mesure de rentabilité, des stations de transfert où les déchets dangereux produits dans une région précise seraient collectés avant d'être acheminés vers des installations centrales de traitement ou d'élimination.

Étape 3 - Traitement

À cette étape, on traite les déchets pour en réduire le volume, les stabiliser, atténuer ou supprimer leurs propriétés dangereuses et, en règle générale, en permettre l'élimination finale. Le traitement peut comprendre divers procédés physiques, chimiques, biologiques et thermiques utilisés séparément ou ensemble selon le type de déchet. Ces procédés donneront des émissions atmosphériques et des effluents aqueux traités de même que des résidus solides détoxiqués, inertes ou stabilisés d'une façon quelconque.

Étape 4 - Transport des résidus

Les résidus solides ayant subi le traitement décrit à l'étape 3 sont transportés jusqu'au point d'élimination finale.

Étape 5 - Élimination

Les résidus qui ne prennent pas la forme d'effluents ou d'émissions traités puis libérés dans l'environnement et qui continuent d'être dangereux sont acheminés jusqu'à un site d'enfouissement de déchets dangereux.

L'emplacement des installations qui composent le système global de gestion de déchets dangereux présente plusieurs possibilités. Ainsi, on pourrait retrouver les cinq étapes sur le site d'un complexe industriel important. Par ailleurs, les installations de traitement de déchets dangereux et le site d'enfouissement pourraient être regroupés ou séparés à divers endroits.

1.2.2 Enfouissement

Le présent document a principalement trait à l'étape 5, à savoir l'élimination des déchets, plus précisément l'enfouissement des résidus de déchets dangereux qui émanent des différents procédés de traitement.

La figure 2 illustre sous forme schématique l'origine des incidences environnementales néfastes éventuelles d'un site d'enfouissement de déchets dangereux. Ces incidences peuvent être énumérées comme suit :

- émission de gaz dans l'atmosphère à la suite d'émanations de gaz ou de vapeurs, ou les deux, par les déchets enfouis;

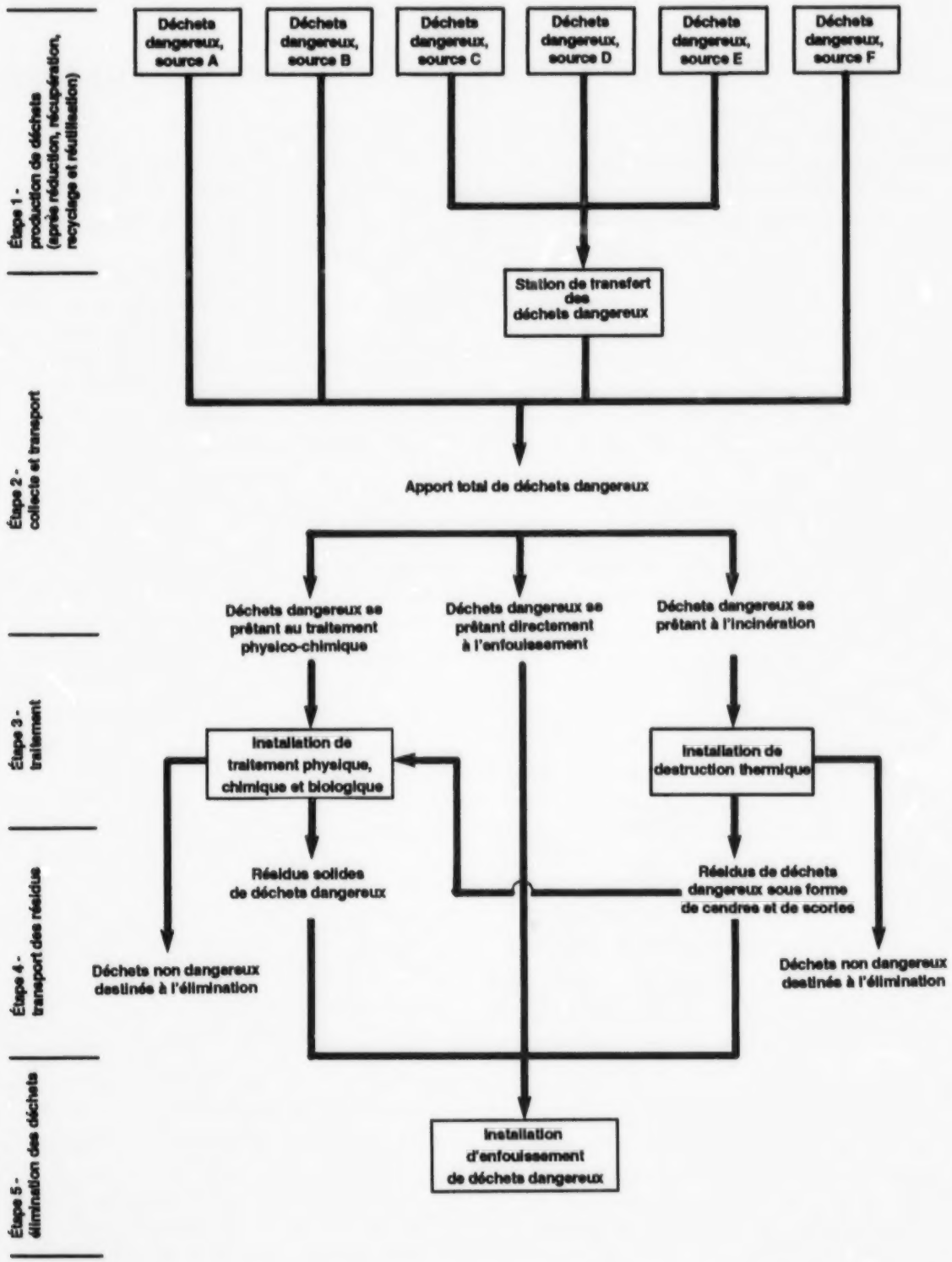


Figure 1 **Schéma d'un système global de traitement et d'élimination de déchets dangereux**

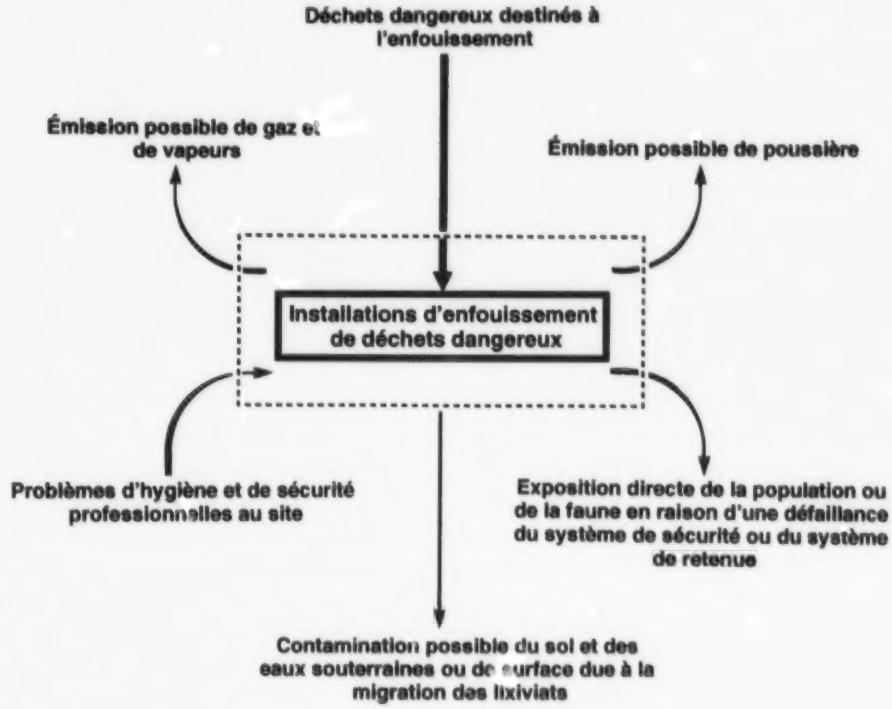


Figure 2 Incidences néfastes possibles d'un site d'enfouissement de déchets dangereux

- émission de poussière dans l'atmosphère provoquée par le transport éolien des fines particules de déchets qui se sont déposées sur le site;
- migration de matières accidentellement transportées à l'extérieur du site par les véhicules, les vêtements des travailleurs et autres;
- exposition directe aux matières déposées sur le site à la suite d'une défaillance du système de sécurité;
- problèmes d'hygiène industrielle et professionnelle relatifs à l'exposition des travailleurs aux déchets;
- contamination du sol, des eaux souterraines ou des eaux de surface à la suite de la migration des lixiviats.

La conception, l'exploitation et la fermeture d'un site d'enfouissement de déchets dangereux doit tenir compte des incidences néfastes du site à court et à long terme sur la santé humaine et l'environnement. On minimisera donc les risques de déversement et les voies possibles de déversement lors du choix, de la conception de l'exploitation et de la fermeture du site. En outre, on surveillera les voies susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement durant l'exploitation, la fermeture et la postfermeture du site.

Les paramètres généraux qui atténueront les effets potentiels du site sur l'environnement comprennent :

- le choix d'un emplacement hydrogéologique convenable pour le site;
- le contrôle des matières enfouies;

- le recours à des moyens techniques pour améliorer la rétention des substances et la détection des fuites;

- la surveillance à long terme des voies potentielles de libération de contaminants dans l'environnement.

Le choix d'un emplacement hydrogéologique approprié est la clé du bon fonctionnement à long terme d'un site d'enfouissement de déchets dangereux. Cet emplacement devrait offrir la garantie raisonnable que les substances libérées dans l'environnement durant l'exploitation ou après la fermeture du site n'entraîneront pas une détérioration traumatique des voies qui peuvent avoir un effet négatif sur la santé ou l'environnement. Les contraintes environnementales concernant le choix du site seront examinées à la section 2.

Le contrôle des matières enfouies comporte la réduction de la quantité de lixiviats et une atténuation de la nature dangereuse de ces derniers. On peut notamment diminuer le volume des lixiviats en contrôlant la quantité de liquides libres enfouis au site. Les propriétés dangereuses des déchets peuvent être atténuées par l'établissement de normes sur le traitement des matériaux en question. Ces différents points seront examinés à la section 3 des lignes directrices.

Les moyens techniques consistent en mesures adoptées lors de la conception, de l'exploitation et de la fermeture du site, mesures susceptibles d'améliorer la retenue des déchets dangereux et de leurs lixiviats. Ils comprennent un réseau de collecte des lixiviats, l'emploi de sol ou de matériaux synthétiques pour le revêtement d'étanchéité, l'installation de systèmes de détection des fuites et l'usage de diverses couvertures. Soulignons qu'on ne devrait envisager des contrôles techniques qu'en conjonction avec le choix d'un emplacement hydrogéologique adéquat, car il est possible que les systèmes se détériorent avant que les déchets aient perdu leur toxicité. Certaines mesures techniques comme une couverture finale se retrouveront à tous les sites d'enfouissement. On examinera cette question à la section 4 des lignes directrices.

La surveillance à long terme des voies potentielles de libération de contaminants garantira que le site est en mesure d'offrir le degré de protection nécessaire pour la santé et l'environnement. Les deux exigences les plus courantes en matière de contrôle sont l'intégrité de la couverture définitive et les effets sur les eaux souterraines. Les lignes directrices en matière de surveillance à long terme seront abordées à la section 5.

1.3 Autres méthodes d'élaboration de lignes directrices

1.3.1 Types de normes

Avant d'élaborer des lignes directrices nationales sur l'enfouissement des déchets dangereux traités, on doit examiner les types de normes qui peuvent s'appliquer à différents aspects de la conception, de l'aménagement, de l'exploitation et de la fermeture du site. Ces normes peuvent être divisées en trois catégories générales, à savoir :

- **les normes de conception et d'exploitation des installations** par lesquelles on doit tenir compte des particularités de l'équipement, des caractéristiques de la conception et des procédés lors de l'exploitation des installations;

- **les normes de rendement** qui exigent un niveau minimal de rendement des installations;

- **les normes d'évaluation des risques** prévoyant que les installations respectent un seuil de risque déterminé pour la santé et l'environnement.

Prévoir l'installation d'un revêtement d'étanchéité d'une épaisseur et d'une perméabilité données dès la conception constitue un exemple de **normes de conception et d'exploitation**. Cette façon d'établir des normes ou des lignes directrices offre divers avantages, notamment :

- les normes ou lignes directrices sont relativement directes et faciles à comprendre;

- elles peuvent être utilisées facilement par le propriétaire, le concepteur et les autorités en matière de réglementation, selon leurs besoins;

- elles sont relativement faciles à interpréter et à appliquer.

Cependant, les normes de conception et d'exploitation ont été considérablement critiquées, notamment pour les raisons suivantes :

- elles découragent l'innovation technique ainsi que la mise au point et l'application de nouvelles techniques;

- elles manquent de souplesse et excluent la possibilité d'appliquer d'autres normes, plus appropriées dans certaines circonstances;

- lorsqu'elles sont appliquées rétroactivement à des installations qui fonctionnent de façon satisfaisante, elles peuvent donner lieu à une situation où leur emploi n'est plus rentable.

Les normes de rendement peuvent être divisées en plusieurs catégories, notamment :

- les normes de rendement technique - qui stipulent que les installations doivent satisfaire à certaines exigences. Contenir les eaux pluviales sans difficulté au cours d'un orage d'une intensité et d'une période de récurrence données en est un exemple;

- les normes de rendement du confinement - qui prévoient que les installations doivent assurer un certain degré de confinement. Par exemple, le site doit contenir un volume donné de déchets pendant une période déterminée;

- les normes de salubrité environnementale - qui spécifient la concentration maximale admissible de contaminants dans le milieu ambiant près du site d'enfouissement. On pourrait par exemple préciser que la concentration de contaminants dans les eaux souterraines à un endroit précis ne doit pas dépasser une valeur prédéterminée.

Les normes de rendement compensent les inconvénients des normes de conception et d'exploitation puisqu'elles permettent l'application de techniques nouvelles et innovatrices. Cependant, elles ont fait l'objet de certaines critiques, car elles devront être révisées en fonction de nouvelles données toxicologiques recueillies par la suite.

Dans la méthode de **l'évaluation des risques**, les normes sont basées sur le degré de danger d'une installation et sur les risques correspondants en matière de santé humaine et d'environnement. Les normes prennent généralement la forme de critères qui prescrivent un degré maximal de risques. Il est parfois possible de donner une valeur absolue aux risques à l'aide des probabilités. Cependant, la plupart du temps, la base de données n'est pas suffisante pour déterminer des valeurs absolues. Il faut donc élaborer

des critères descriptifs généraux pour comparer les diverses propositions et choisir la solution préférée posant le moins de risques. La méthode d'évaluation des risques a servi à établir la concentration admissible de contaminants dans les effluents et en ce qui touche la qualité de l'eau, de l'air et du sol ambiants. On ne s'en est toutefois pas servi pour établir les lignes directrices en matière de conception, d'aménagement et d'exploitation des installations de gestion des déchets dangereux.

1.3.2 Méthode utilisée pour les présentes lignes directrices

Plusieurs facteurs doivent être pris en considération en vue de l'élaboration et de l'application de lignes directrices nationales en matière d'enfouissement de déchets dangereux au Canada :

- en ce qui a trait au choix d'un emplacement, les présentes lignes directrices ne portent que sur l'établissement de sites d'enfouissement des déchets dangereux. Si un site doit également comporter des installations de traitement physique, chimique ou biologique, ou de destruction thermique, certaines lignes directrices ne seraient pas tout à fait appropriées;

- le climat, la géographie, la géologie, l'hydrogéologie, l'écologie, la population et l'utilisation des terres varient considérablement d'une région à l'autre. D'ailleurs, ces conditions peuvent être très différentes d'une région à l'autre dans une même province;

- les provinces demeurent la principale autorité en matière de réglementation pour le traitement et l'élimination des déchets dangereux au Canada;

- les techniques de traitement et d'élimination de déchets dangereux évoluent constamment.

Compte tenu de ce qui précède, on peut dire que l'implantation d'installations d'enfouissement des déchets dangereux au Canada constitue une entreprise unique à une région. Chaque site d'enfouissement exige une approche particulière, basée sur des conditions bien précises. Les lignes directrices en matière d'enfouissement de déchets dangereux doivent donc intégrer une marge de manoeuvre suffisante pour qu'on puisse répondre aux besoins propres à chaque projet. Certaines normes générales de conception et d'exploitation du site d'enfouissement sont essentielles telle la nécessité d'un programme de lutte contre les déversements ou d'un plan d'urgence à cet effet. Les normes principales de rendement fourniront aux propriétaires, aux concepteurs et aux responsables de la réglementation le degré de souplesse suffisant pour permettre toute innovation et adaptation nécessaires à cet égard. Étant donné la complexité de l'évaluation des risques et le manque d'expérience dans son application aux installations de gestion des déchets dangereux, cette méthode n'offre aucun intérêt dans le cadre du présent document.

Ligne directrice 1-1 :

La création d'un site d'enfouissement de déchets dangereux nécessite au préalable l'élaboration d'un programme global qui, au strict minimum, tiendra compte de toutes les questions soulevées dans ce document. De plus, on devrait permettre une certaine marge de manoeuvre en adaptant les lignes directrices en fonction des conditions propres au projet.

Section 2

Déchets dangereux acceptables pour l'élimination par enfouissement

2.1 Aspects historiques

Autrefois, une quantité considérable de déchets dangereux, liquides et solides, traités ou non traités, a été éliminée par enfouissement. Cette pratique a entraîné de nombreux problèmes dans les environs des anciennes décharges, principalement à la suite de la contamination et de la migration subséquente des eaux souterraines. D'ailleurs, le nettoyage des sites contaminés peut s'avérer extrêmement coûteux. C'est pourquoi plusieurs autorités ont récemment instauré des règlements qui interdisent l'enfouissement de certaines matières.

2.2. Détermination de l'acceptabilité des déchets

On s'inquiète beaucoup de l'intégrité, de la fiabilité et du comportement à long terme des revêtements, des systèmes de contrôle des lixiviats et d'autres éléments techniques des installations d'enfouissement. L'argile et les matériaux synthétiques utilisés comme revêtement d'étanchéité peuvent en effet être endommagés lors du déchargement des déchets. Les propriétés de l'argile et des matériaux synthétiques peuvent également changer au contact de certains produits comme les solvants. On doit donc à tout prix veiller à ce que les déchets conviennent au site aménagé. Ainsi, certaines autorités ont interdit une concentration supérieure à 1 000 mg/kg de composés organiques halogénés aux sites d'enfouissement de déchets dangereux.

La mise en décharge des liquides laisse planer le risque de production de lixiviats. Pour minimiser ce risque, on évitera d'enfouir les liquides et les matières contenant des liquides libres, à moins qu'on ne puisse les traiter sur place. Cette interdiction devrait s'étendre aux liquides adsorbés sur des matières. Compte tenu des pressions qui peuvent exister dans les profondeurs du site, les liquides pourraient être «expulsés» de la matière absorbante et retrouver l'état libre. Par «liquides libres», on entend la définition de l'essai de tamisage *Paint Filter Liquids Test* (EPA, 1985).

Les contenants vides tels que les fûts, les boîtes ou les cannettes ne seront pas enfouis avant d'avoir été broyés, déchiquetés ou traités d'une façon quelconque pour en réduire le volume. Cette pratique éliminera les risques d'affaissement après la fermeture du site, consécutivement au tassement des contenants sous la pression exercée par les matières enfouies. En effet, un affaissement pourrait menacer l'intégrité de la couche de couverture et nécessiterait alors un entretien permanent comme mesure de sécurité. Pour protéger la santé des travailleurs au site d'enfouissement et des habitants des alentours, on devrait refuser les déchets ayant des propriétés analogues à celles définies par les règlements suivants pris en application de la Loi sur le transport des marchandises dangereuses :

- le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses, classe 1 - explosifs, de juillet 1985;

- le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses, classe 4 - solides inflammables, matières sujettes à l'inflammation spontanée et matières qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables, de juillet 1985;

- le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses, classe 5 - matières comburantes et peroxydes organiques, de juillet 1985.

En effet, ces substances peuvent créer des conditions chimiquement instables lorsqu'elles sont enterrées dans un site d'enfouissement.

La dilution ou le mélange de déchets dangereux avec une substance non dangereuse est interdit lorsqu'il n'a d'autre but que réduire la concentration des déchets pour respecter les limites prescrites.

Ligne directrice 2-1 :

Les déchets suivants devraient généralement être interdits aux sites d'enfouissement :

- **liquides et matières contenant des liquides libres;**

- **contenants vides, à moins qu'ils n'aient été broyés ou déchiquetés, ou que leur volume ait été réduit d'une autre façon;**

- **explosifs, solides inflammables, matières à inflammation spontanée, matières qui réagissent au contact de l'eau, matières comburantes et peroxydes organiques.**

Ligne directrice 2-2 :

On envisagera l'établissement d'un seuil de tolérance pour l'enfouissement des déchets organiques dangereux et plus précisément des composés organiques halogénés.

Ligne directrice 2-3 :

La dilution ou le mélange de déchets dangereux avec d'autres matières sera interdit lorsqu'il n'a d'autre but que réduire la concentration des déchets pour respecter les limites prescrites à la ligne directrice 2-2.

Les déchets dangereux à enfouir subiront le traitement le plus approprié au type de déchet, compte tenu des meilleures techniques existantes. L'objectif visé consiste à minimiser les risques potentiels de libération des contaminants si la sécurité du système d'enfouissement était compromise. Les méthodes de gestion et les techniques de traitement qui peuvent être appliquées aux déchets dangereux avant l'enfouissement comprennent :

- la réduction du volume des déchets par une modification du procédé industriel à leur origine;

- le recyclage, la récupération ou la réutilisation de divers éléments constituants;

- le traitement physico-chimique en vue de la séparation des liquides et des solides ainsi que la détoxification;

- le traitement biologique en vue de l'élimination des produits organiques biodégradables;

- la solidification, la stabilisation et la fixation, pour convertir les déchets liquides en solides et emprisonner les éléments dangereux;

- le traitement thermique en vue de la destruction des déchets organiques.

Ligne directrice 2-4 :

Les déchets dangereux devraient être traités en se servant des techniques existantes les plus efficaces pour le type de déchet et les caractéristiques du site d'enfouissement.

Section 3

Choix, conception et aménagement du site

3.1 Choix du site

On admet désormais largement que l'opposition publique aux installations de gestion de déchets constitue le problème le plus épineux auquel doit faire face l'industrie de la gestion des déchets. Cette opposition est le plus souvent associée aux syndromes bien connus du «d'accord, mais pas dans ma cour» et de «l'utilisation de terres désaffectées». Trois activités-clés permettront au processus de sélection du site de parvenir à sa conclusion :

- mettre la population locale et les autres membres intéressés du public au courant des intentions des autorités;
- mener une étude appropriée de tous les sites qui se prêtent à ce genre d'activité;
- analyser à fond les emplacements envisagés.

Il est nécessaire d'aborder le processus de sélection sous deux angles : les critères techniques et l'acceptabilité par la communauté. La participation de la population doit donc faire partie intégrante de la gestion du projet dès ses débuts. La planification du programme relatif à un site d'enfouissement devrait être menée de sorte que l'apport des sources locales et toutes les données sont accessibles et compréhensibles de la part du grand public. Il importe d'ailleurs de noter que la prise de décision à cet égard doit refléter l'apport de la population.

Les principaux points pris en considération dans la conception d'un système de gestion de déchets dangereux et le choix d'un site seront la sécurité des gens et la protection de l'environnement. La façon dont on aborde le processus de sélection du site doit refléter ces aspects. Le choix d'un site où les risques d'incidences préjudiciables pour la collectivité et l'environnement sont minimes facilitera considérablement la réalisation du projet.

Comme le processus d'évaluation des incidences environnementales varie selon les exigences des différentes juridictions canadiennes, on recommande de communiquer avec les autorités fédérales, provinciales ou territoriales appropriées afin de recueillir des renseignements plus précis sur l'emplacement des installations relatives à la gestion des déchets dangereux.

Ligne directrice 3-1 :

La sélection d'un site pour l'enfouissement de déchets dangereux exige qu'on tienne compte des paramètres géotechniques, biologiques, socio-économiques, humains et environnementaux de même que de la vocation des terres. Ce processus doit respecter les exigences des autorités fédérales, provinciales et territoriales en matière d'évaluation des incidences environnementales.

3.2 Considérations générales en matière de conception

Un site d'enfouissement de déchets dangereux doit être conçu et aménagé de façon à devenir le lieu d'élimination final des déchets. Par la même occasion, il doit servir à contrôler la libération de contaminants dans l'environnement qui pourraient le détériorer au point où on risquerait de compromettre l'usage continu des terres voisines.

En ce qui concerne la conception, il existe deux approches fondamentales à l'aménagement d'un site d'enfouissement sécuritaire, à savoir «l'atténuation naturelle» et la «rétention artificielle». Le premier cas suppose qu'on ne retienne que les endroits permettant une atténuation naturelle des contaminants. On recherchera donc les conditions qui n'exigeront pas un entretien à long terme du site. Le principal inconvénient de cette approche est qu'il se fonde en bonne partie sur l'exactitude de prédictions sur le degré de protection offert par le milieu ambiant. Cette approche commande également que l'endroit réunisse les conditions environnementales appropriées, notamment en ce qui a trait à l'hydrologie et à la géologie.

Quant à la seconde approche, elle prévoit le recours à des moyens techniques plutôt qu'à l'atténuation naturelle pour protéger l'environnement. En règle générale, elle a pour corollaire l'utilisation de revêtements d'étanchéité, de couvertures ainsi que de systèmes de collecte et de traitement des lixiviats ou des gaz en vue du contrôle de la quantité de contaminants libérés dans l'environnement.

Si la rétention artificielle atténue les risques potentiels d'une migration des contaminants dans l'environnement, l'intégrité et le fonctionnement à long terme des systèmes utilisés ne sont pas assurés pour autant. En outre, avant de prendre une décision, on doit tenir compte du coût et des responsabilités additionnels relatifs à l'entretien et à l'exploitation des systèmes en question. En pratique, un site peut combiner divers aspects des deux approches, de manière à offrir le degré de protection environnementale adéquat.

Peu importe l'approche retenue, pour la conception d'un site d'enfouissement de déchets dangereux, il est d'importance particulière de recueillir des renseignements exacts sur la géologie et l'hydrogéologie du site et des alentours. On veillera notamment à créer un modèle sur le transport des contaminants, de manière à mieux cerner les effets potentiels sur l'environnement de l'enfouissement hors du site.

Ligne directrice 3-2 :

On devrait procéder à une étude complète du site (à savoir géologie, hydrogéologie, qualité de l'air, etc.) et créer un modèle du transport des contaminants, afin d'évaluer l'incidence des contaminants qui pourraient migrer vers certains endroits à l'extérieur du site, notamment vers les installations de surveillance.

3.2.1 Disposition générale et sécurité

La disposition générale du site prendra en considération divers aspects comme le relief, le plan d'aménagement, les voies d'accès, la circulation routière sur les lieux ainsi que les exigences esthétiques comme les écrans et les zones tampons.

Le plan d'aménagement devrait prévoir les phases successives d'ouverture, de remplissage et de fermeture des divers secteurs. La fermeture de secteur devrait être menée de manière logique, conforme à

une exploitation efficace et économique des lieux ainsi qu'à la protection de la santé et de l'environnement.

L'accès au site devrait faire l'objet d'un contrôle strict. Le grand public ne devrait pas pouvoir accéder au site, comme c'est quelquefois le cas pour les décharges municipales. Le trafic entrant et sortant devrait passer par un seul poste de contrôle pour la vérification du manifeste, l'échantillonnage ou toute autre formalité réglementaire ou administrative. Une signalisation et un éclairage adéquats devraient servir à diriger la circulation sur les lieux.

Le site devrait être entouré d'une zone tampon suffisante. Celle-ci pourra comprendre des talus ou des arbres qui serviront d'écran à la vue ou d'obstacle au bruit. Elle constituera également une zone de sécurité pour les habitants voisins advenant le cas d'une fuite accidentelle de contaminants. La largeur de la zone tampon de même que les écrans visuels et antibruit peuvent varier avec le site, selon la vocation des terres adjacentes.

La sécurité devrait être assurée par une clôture qui ceinturera complètement le site et tiendra à l'écart les personnes non autorisées de même que les animaux errants. Des panneaux sur la clôture devraient identifier le site et en interdir l'accès aux intrus. On devrait également y trouver inscrit un numéro de téléphone à composer en cas d'urgence. En outre, on devrait envisager l'emploi d'un garde de sécurité sur les lieux de même que l'installation de systèmes d'alarme à la barrière et sur la clôture.

Ligne directrice 3-3 :

Le plan du site d'enfouissement de déchets dangereux devrait tenir compte des particularités matérielles de l'endroit, du plan d'aménagement envisagé et d'une circulation efficace du trafic.

Ligne directrice 3-4 :

Il faudrait prévoir une zone tampon autour du site, comme écran visuel et barrière antibruit. La largeur de cette zone et ses caractéristiques d'atténuation visuelle et phonique pourront varier avec l'endroit, en fonction de la vocation des terres adjacentes et des règlements locaux.

Ligne directrice 3-5 :

On devrait installer un système minimal de sécurité constitué d'une clôture ceinturant le site et des signaux et affiches appropriés. D'autres mesures de sécurité comme l'affectation d'un garde et l'installation de systèmes d'alarme pourraient s'avérer nécessaires dans certaines circonstances.

3.2.2 Bâtiments et installations

Les bâtiments et les installations connexes nécessaires sur le site d'enfouissement comprennent : l'immeuble administratif, la bascule de pesage, les routes, le laboratoire, le vestiaire du personnel, les installations de lavage des véhicules, le bâtiment d'entretien de l'équipement et le système de sécurité. Les installations comprendront : l'approvisionnement en eau, l'élimination des eaux usées, une source de pouvoir, les services téléphoniques et un dépôt de carburant pour les véhicules. L'immeuble administratif devrait être assez grand pour accueillir le directeur du site, le personnel administratif ainsi que les visiteurs. Il devrait également abriter le laboratoire, la salle d'eau et le vestiaire du personnel, le réfectoire, le poste de pesage et d'autres services nécessaires.

Le laboratoire devrait pouvoir effectuer une vérification rapide de la nature physique et chimique des matières à enfouir. Si l'enfouissement se double d'un procédé de solidification, de stabilisation et de fixation chimique, on agrandira le laboratoire en prévision des épreuves de contrôle des opérations et de la qualité du procédé. Les déchets du laboratoire devraient être traités comme des déchets dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

Le vestiaire du personnel devrait comporter des zones «sale» et «propre», séparées par une salle de douche obligatoire. Ainsi, les vêtements éventuellement contaminés n'entreraient pas en contact avec les vêtements de ville, ce qui minimiserait le risque de transport accidentel des contaminants à l'extérieur du site. On pourrait aménager une buanderie pour l'habillement et les vêtements de protection des travailleurs. L'eau des douches et de la lessive devrait être gardée et traitée à part comme un déchet dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

Le réfectoire devrait prévoir un endroit propre où le personnel administratif, les visiteurs et les travailleurs de la zone active pourraient prendre leurs repas. Les travailleurs provenant de la zone active y accéderont par la salle d'eau.

Une bascule et un poste de pesage serviront à peser les véhicules pleins et vides à l'entrée et à la sortie du site, aux fins d'inventaire. De plus, des installations de lavage devraient être disponibles pour décontaminer les véhicules qui traversent les zones actives du site d'enfouissement. L'eau de lavage de ces installations devrait être traitée comme un déchet dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité. En outre, il faudrait prévoir un bâtiment pour l'entretien et la réparation des véhicules et du matériel utilisés sur le site.

Les routes sur le site devraient être tracées de façon à ce que les véhicules puissent tourner et manoeuvrer facilement sur des pentes raisonnables. La surface et la capacité de charge nominale de la chaussée devraient être compatibles avec le degré d'utilisation prévu, particulièrement en cas d'intempéries. À cet égard, il serait préférable d'asphalter les routes qui serviront durant toute la vie utile du site. Cela réduirait la poussière et garantirait un accès constant aux voies les plus achalandées.

On devrait prendre des dispositions pour que les matières provenant des zones contaminées ou potentiellement contaminées ne puissent être transportées accidentellement à l'extérieur du site par les pneus ou d'autres parties des véhicules qui ont été en contact direct avec ces zones. Voici deux façons d'y parvenir :

- prévoir un point de transfert sur le site d'enfouissement où les véhicules déchargeront les déchets de l'extérieur. Ces derniers seront ensuite ramassés et transportés jusqu'au lieu même de l'enfouissement par des véhicules et de l'équipement exclusivement utilisés à l'intérieur des zones contaminées; ou

- prévoir des installations où tous les véhicules qui quittent le site seront soigneusement lavés. L'eau de lavage sera traitée comme un déchet dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

Le choix de la méthode de transport dépend de facteurs économiques, mais la méthode retenue doit se prêter aux pratiques de gestion des véhicules en vigueur aux autres installations de traitement des déchets dangereux sur le site. Celles-ci peuvent comprendre entre autres l'usine de traitement

physique, chimique et biologique ou l'incinérateur.

Ligne directrice 3-6 :

Les bâtiments et les installations du site d'enfouissement des déchets dangereux devraient comprendre un immeuble administratif logeant des bureaux, un réfectoire, un laboratoire et un vestiaire avec douches constitué de deux aires séparées, l'une «sale», l'autre «propre». Parmi les autres installations à prévoir se trouvent la bascule de pesage, des installations de lavage des véhicules et un bâtiment d'entretien.

Ligne directrice 3-7 :

On devrait trouver un moyen pour empêcher la matière contaminée ou potentiellement contaminée d'être transportée accidentellement hors du site par les pneus des camions.

Ligne directrice 3-8 :

Les déchets liquides contaminés ou potentiellement contaminés produits à la suite d'activités menées sur le site, comme l'eau des douches et de la buanderie ou l'eau qui a servi à laver les véhicules contaminés seront gardés et traités à part, comme des déchets dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

3.2.3 Gestion des eaux pluviales

Une bonne gestion des eaux pluviales constitue un facteur très important dans la conception et l'aménagement d'un site d'enfouissement de déchets dangereux. En effet, des précautions devraient s'imposer si on veut éviter l'infiltration d'eau de pluie dans les zones actives du site d'enfouissement. Il faudrait également récupérer séparément les eaux d'écoulement provenant des zones actives, les analyser et, au besoin, les traiter et les éliminer comme des déchets dangereux.

Pour éviter que la pluie tombe directement sur les zones actives et donne des eaux d'écoulement contaminées, on pourra recouvrir la zone de façon à ce que le travail s'y poursuive, peu importe les conditions météorologiques.

Ligne directrice 3-9 :

Les eaux de ruissellement provenant de l'extérieur du site devraient s'écouler dans la direction opposée aux zones actives d'enfouissement. On devrait prendre tous les moyens raisonnables pour éviter le ruissellement à partir des zones actives du site d'enfouissement de déchets dangereux. Le cas échéant, les eaux d'écoulement devraient être jugées potentiellement contaminées, analysées et traitées si nécessaire comme des déchets dangereux.

3.2.4 Autres méthodes d'enfouissement

On peut envisager plusieurs solutions à la conception et à la construction des cellules qui serviront de dépôt final aux déchets, aux sites d'enfouissement de déchets dangereux. La figure 3 illustre de façon schématique trois types de décharges décrites par la Société ontarienne de gestion des déchets (M.M. Dillon, 1986) :

- **en surface** - les matières solidifiées se trouvent entièrement au-dessus du sol;

- **encapsulée peu profonde** - les matières solidifiées se trouvent dans le sol, mais la couverture suit approximativement le niveau original du sol;

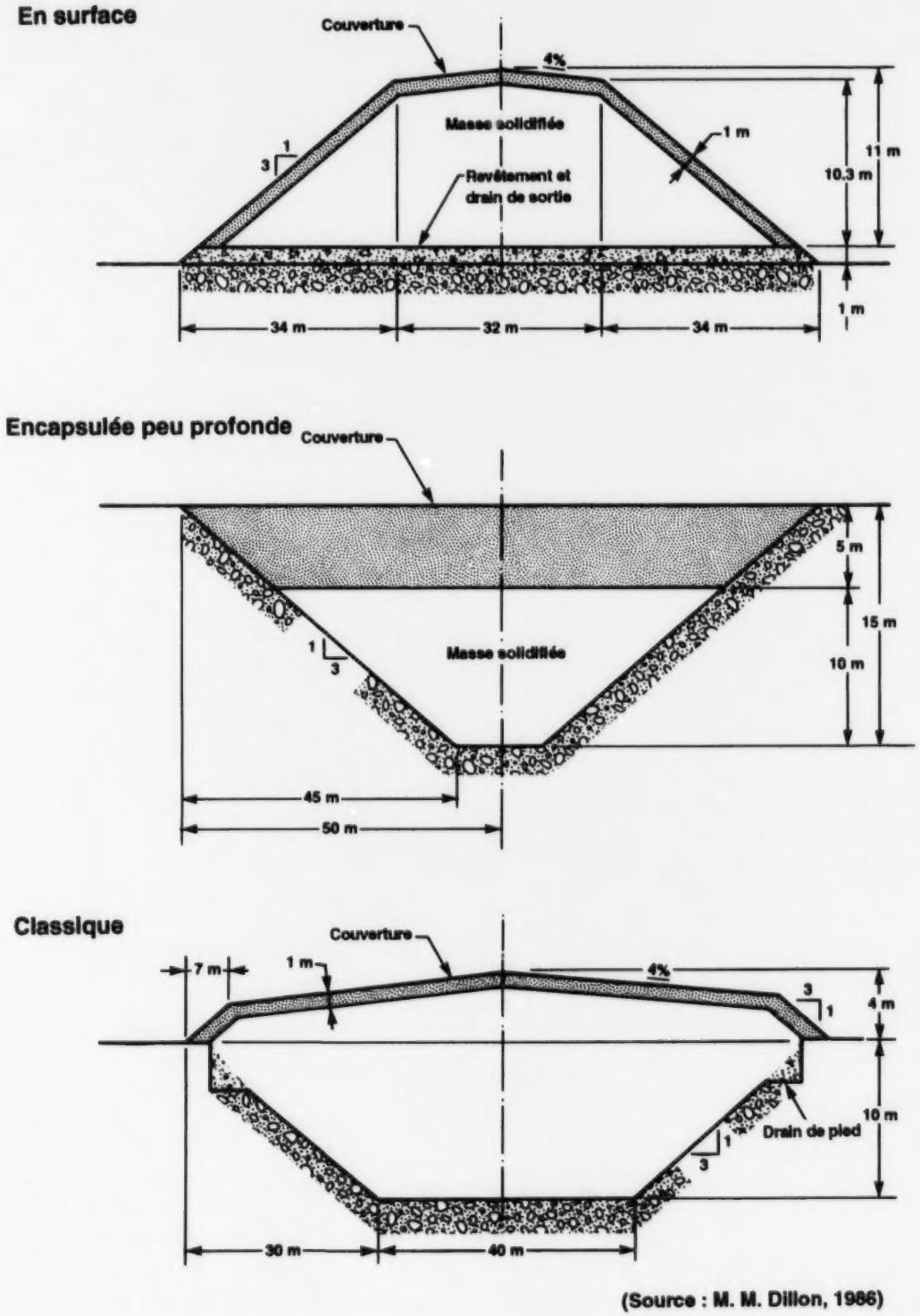


Figure 3 **Types de décharges**

- **classique** - les matières solidifiées sont enfouies dans le sol, mais dépassent la surface.

Le choix de l'une ou l'autre méthode dépend des caractéristiques du site. Chaque cas doit être analysé individuellement en fonction des facteurs suivants :

- relief;
- stratigraphie et perméabilité du sol;
- profondeur et gradient de la nappe phréatique;
- climat;
- présence de matériaux d'emprunt convenables;
- mesure dans laquelle il faut contrôler la libération des contaminants.

Si on désire rétablir le relief original après le remplissage et la fermeture du site, la décharge encapsulée peu profonde est la plus appropriée; elle présente l'avantage supplémentaire de réduire au minimum l'entretien à long terme. Par contre, s'il est important que les déchets restent au-dessus de la nappe phréatique, la décharge en surface ou la décharge classique présentent un avantage. Cependant, si les déchets doivent être placés sous la zone soumise aux éléments, pour éviter les cycles de gel et de dégel ou l'érosion possible, la décharge encapsulée peu profonde serait tout indiquée. C'est également le cas si les matériaux d'emprunt nécessaires à la construction des cellules manquent, quoiqu'on puisse aussi retenir la décharge classique puisque les matériaux excavés peuvent servir à la construction et à l'achèvement des cellules.

Ligne directrice 3-10 :

Le choix du type de décharge (en surface, encapsulée peu profonde ou classique) devrait se faire en se fondant sur les résultats d'une étude détaillée des particularités géophysiques et environnementales du site. Ce choix devrait tenir compte de l'intégrité du site et de la mesure dans laquelle il faut contrôler les risques de fuite des contaminants.

3.2.5 Autres méthodes d'aménagement du site

Il existe trois méthodes générales pour aménager un site d'enfouissement. Chacune peut être adaptée à l'un ou l'autre type de décharge examiné au paragraphe précédent. Les trois méthodes d'aménagement sont :

- **l'aménagement par cellules** - cette méthode consiste en la construction de cellules distinctes pour y déposer les déchets. Chaque cellule est creusée, remplie et fermée pour une durée de quelques semaines ou quelques mois. Ce laps de temps peut être relativement court comparativement à la durée utile de l'ensemble du site. Sur le plan, ces cellules paraîtront relativement carrées, puisque le rapport entre la longueur et la largeur sera approximativement de 1:1;

- **l'aménagement en tranchées** - dans ce cas, les cellules sont beaucoup plus longues que larges. Contrairement aux précédentes, elles sont aménagées de façon continue, le creusage, la mise en place des déchets et le recouvrement progressant au fur et à mesure que les déchets y sont déposés. La tranchée est utilisée plus longtemps que les cellules, soit de quelques mois à quelques années. Sa longueur est limitée par les dimensions globales du site d'enfouissement;

- **l'aménagement global** - en vertu de cette méthode, on enfouit les déchets à la grandeur du site. Comme avec la tranchée, l'excavation, la mise en place des déchets et le recouvrement progressent de façon continue. Toute la superficie est aménagée de cette façon pendant la durée utile du site.

Toutes choses égales d'ailleurs, les méthodes d'aménagement global, en tranchées et par cellules assurent, par ordre décroissant, la meilleure utilisation de l'espace disponible. Quoi qu'il en soit, le choix d'une méthode plutôt qu'une autre se fera pour des raisons propres au site. Par exemple, des conditions uniques telles qu'une faible quantité de déchets, les contraintes saisonnières attribuables à un climat rigoureux, la nécessité de couvrir la surface active, la configuration des lieux et d'autres raisons peuvent justifier le recours à la méthode par cellules indépendantes.

Ligne directrice 3-11 :

Le choix d'une méthode d'aménagement (par cellules, en tranchées ou global) devrait dépendre des facteurs propres au site et au projet. En règle générale, la méthode par cellules indépendantes se prête à l'enfouissement de plus petites quantités de déchets que les deux autres méthodes.

3.2.6 Considérations géotechniques

La conception des installations d'enfouissement de déchets dangereux doit tenir compte des principes de géotechnique pour l'aménagement de remblais, de talus de déblai, de cellules d'enfouissement, de routes et d'ouvrages de drainage.

On devrait évaluer la résistance des sols *in situ* et des sols travaillés à l'aide des techniques appropriées, en laboratoire et sur le terrain. Si on connaît bien l'état des eaux souterraines et l'écoulement potentiel, on peut, avec les bonnes techniques d'analyse de la stabilité, établir les facteurs de sécurité des talus remaniés et des remblais. La pente intérieure des cellules peut être fonction de considérations relatives au type de revêtement d'étanchéité utilisé, mais un facteur minimal de 1,4 est recommandé pour toutes les pentes, conformément aux directives du Manuel canadien d'ingénierie des fondations (Société canadienne de géotechnique, 1985). On peut, par ailleurs, effectuer une analyse du seuil de tolérance ultime à l'aide des facteurs appropriés, comme le recommande ce manuel.

Il faudrait également tenir compte du tassement et du gonflement des zones sous charge nette et sans charge, car des contraintes peuvent s'exercer sur les revêtements d'étanchéité de même que les systèmes de collecte des lixiviats, ce qui en modifierait l'efficacité. De plus, il faut préciser l'impact du matériau de revêtement sur le régime humidimétrique du sol relativement à l'infiltration ou à l'évapotranspiration nette. On devrait évaluer le poids unitaire brut des déchets dangereux enfouis lors de l'analyse de l'état de contrainte du sol. Ces calculs exigent la connaissance des différentes composantes des déchets et de la méthode de mise en place.

Ligne directrice 3-12 :

On devrait appliquer les principes appropriés de géotechnique aux aspects des installations d'enfouissement de déchets dangereux qui nécessiteront la construction de remblais, de talus remaniés, de cellules d'enfouissement, de routes et d'ouvrages de drainage.

3.3 Concept d'atténuation naturelle

3.3.1 Prémisses

Le concept d'atténuation naturelle pour l'enfouissement de déchets dangereux repose sur les prémisses suivantes.

1) Les déchets dangereux enfouis continueront de menacer l'environnement pendant des centaines ou des milliers d'années.

2) Certaines propriétés naturelles du site, notamment celles ayant trait au sol, à la géologie et à la nappe phréatique peuvent assurer une très grande protection de la santé et de l'environnement. Lorsque c'est le cas, on peut aménager le site de manière à tirer parti de ces particularités, ce qui diminuera d'autant les besoins d'entretien à long terme.

3) On n'a pas encore prouvé l'intégrité à long terme des mesures de contrôle technique comme les membranes souples servant de revêtement d'étanchéité, les systèmes de collecte des lixiviats et les couvertures complexes.

3.3.2 Choix du site

Les sites qui se prêtent à cette approche comprennent les endroits sans ressources hydriques ou ceux où ces ressources disposent d'une protection naturelle en raison de formations géologiques très stables. L'atténuation naturelle convient également aux endroits où l'on peut contrôler le type de déchets enfouis, de telle sorte que les risques posés par les lixiviats seront atténués par l'environnement.

Lorsqu'on penche vers l'atténuation naturelle, il est essentiel d'entreprendre des analyses hydrogéologiques complètes du site. Ces analyses permettront de cerner les incidences environnementales à long terme des matériaux enfouis sur les ressources en eaux souterraines ou de surface, d'évaluer les conséquences des mesures d'atténuation visant à réduire les effets négatifs et de déterminer si on peut appliquer des mesures d'urgence et des plans de surveillance.

3.3.3 Contrôle des lixiviats

Toutes les structures de rétention exposées aux intempéries et à divers produits chimiques absorberont tôt ou tard de l'eau. Les déchets baignant dans l'eau produiront des lixiviats. Ainsi, dans un climat humide, un site d'enfouissement dont le système d'atténuation naturelle consiste en dépôts d'argile finira par accumuler de l'eau avec le temps. Cette eau et les lixiviats qui en résultent atteindront finalement un point d'équilibre à un niveau supérieur à la base des déchets. En règle générale, on ne récupère pas les lixiviats produits sur le site. Le déplacement des lixiviats est contrôlé par la capacité d'atténuation du milieu ambiant.

3.3.4 Surveillance

La surveillance revêt une importance particulière, car c'est elle qui, à long terme, soit après plus d'une centaine d'années, fournira les données confirmant l'évaluation hydrogéologique et permettra la fermeture définitive du site.

3.3.5 Entretien à long terme

Garantir l'entretien à long terme du site, à savoir jusqu'à ce que celui-ci puisse finalement être déclassé, est un problème aussi complexe qu'épineux. Lorsqu'on recourt à l'atténuation naturelle, l'entretien à long terme doit inclure les coûts de postfermeture relatifs aux assurances, au maintien du site, au plan d'urgence et à la surveillance. Selon l'endroit, la période de postfermeture pourrait bien dépasser un siècle. Un des avantages de l'atténuation

naturelle est que certaines activités sont superflues, notamment la collecte et le traitement des lixiviats, ou ne dureront que très peu de temps, ce qui réduit les coûts d'entretien à long terme.

3.3.6 Palliatifs

Lorsque les conditions naturelles idéales n'existent pas, il faut recourir à certains moyens pour pallier cette lacune.

L'atténuation naturelle permet l'intégration de techniques complexes d'aménagement. Cette approche permet de réduire la quantité de contaminants libérés jusqu'au niveau qui correspond à la capacité d'atténuation naturelle du milieu environnant. Ainsi, il se peut qu'on doive diminuer la concentration d'un contaminant en particulier du lixiviat par traitement préalable des déchets, ou réduire l'importance des infiltrations et de la production de lixiviats par une modification de la couverture. On pourra également intégrer au plan un système quelconque de lixiviation accélérée ou de traitement sur les lieux de manière à réduire la concentration des lixiviats au cours des premières décennies qui suivront la fermeture du site.

L'atténuation naturelle permet l'emploi d'un revêtement d'étanchéité sous forme de membrane souple et d'un système de collecte des lixiviats comme mesure de préservation supplémentaire aux endroits qui bénéficient d'une protection naturelle, pourvu que ces installations ne nuisent pas à la surveillance du site.

3.3.7 Sites où l'on a mis en pratique l'atténuation naturelle

Le site de la société Tricil Ltée et celui proposé par la Société ontarienne de gestion des déchets, en Ontario, illustrent l'approche de l'atténuation naturelle. Le concept retenu assure une libération continue, mais très lente, des contaminants du site sur plusieurs siècles ou millénaires. Les sites ont été aménagés de telle sorte que les contaminants libérés dans le sol environnant ou dans les eaux de surface ont une incidence négligeable.

La figure 3 montre la «décharge encapsulée peu profonde» proposée par la Société ontarienne de gestion des déchets, adoptée au site de la Tricil Ltée, dans le sud-ouest de l'Ontario. Les caractéristiques physiques du site de la Tricil Ltée sont les suivantes.* Le dépôt d'argile dans lequel le site est aménagé a environ 43 m de profondeur et une conductivité hydraulique approximative de $3{,}6 \times 10^{-9}$ cm/s. Environ 25 m d'argile séparent la base de la décharge de l'aquifère sous-jacent. Les contaminants se déplaceront dans l'argile essentiellement par diffusion plutôt que par advection. D'après les données recueillies dans les parties les plus anciennes du site, on estime qu'il faudra 2 000 ans avant que les contaminants parviennent à l'aquifère sous-jacent et environ 10 000 ans avant que la pollution atteigne son seuil maximum (tolérable). Le principal contaminant de ce panache est le chlorure. Les polluants que ce système naturel ne parviendrait pas à atténuer suffisamment, qui pourraient donc soulever un problème, n'y seront pas enfouis.

Les déchets sont recouverts d'une couche finale de 6 à 7 m d'argile compactée. Le sommet de la décharge est relativement nivelé de manière à donner une surface plane. On estime que de 0,3 à 3 cm d'eau s'infiltre à travers la couverture chaque année. À partir du moment où les lixiviats commenceront à se former, il faudra plusieurs milliers d'années avant qu'un volume appréciable de contaminants

---

* Renseignements fournis par R. Szudy de Tricil Ltée.

parvienne jusqu'à l'aquifère. On n'a pas installé de membrane souple pour les raisons suivantes : a) sa vie utile serait insignifiante comparativement au temps qu'il faudra aux contaminants pour gagner l'aquifère et b) les calculs ont indiqué que le site, même sans revêtement d'étanchéité, n'aura qu'une incidence négligeable sur l'environnement. On n'a pas non plus construit de système de collecte des lixiviats, car on a pris d'autres dispositions (collecte des eaux de surface) pour régler le problème des lixiviats produits à la suite de précipitation directe sur le site durant la période active.

Le type d'aménagement envisagé par la Société ontarienne de gestion des déchets consiste en une décharge encapsulée peu profonde similaire à celle du site de la Tricil Ltée, avec la différence qu'on y intégrera un système de collecte des lixiviats afin de contrôler les eaux pluviales. Ce système permet également de surveiller la qualité des lixiviats à court terme, soit jusqu'à une trentaine d'années après la fermeture du site. Ces mesures ne sont pas destinées à être maintenues à long terme.

3.4 Concept de rétention artificielle

3.4.1 Aperçu des systèmes de revêtement d'étanchéité et des méthodes de contrôle des lixiviats

Des systèmes intégraux très variés de revêtement d'étanchéité et d'élimination des lixiviats pour les sites d'enfouissement ont été conçus pour préserver l'environnement autour du site. Les systèmes de revêtement d'étanchéité et de contrôle des lixiviats ont fait l'objet d'un grand débat et on ne s'entend pas encore quant à la meilleure méthode à utiliser. Peu importe la méthode sélectionnée cependant, on devrait mettre en place un programme de contrôle de la qualité pour bien s'assurer que les matériaux et les techniques de construction répondent aux exigences de l'approche retenue. Voici une brève description des diverses méthodes utilisées jusqu'à présent.

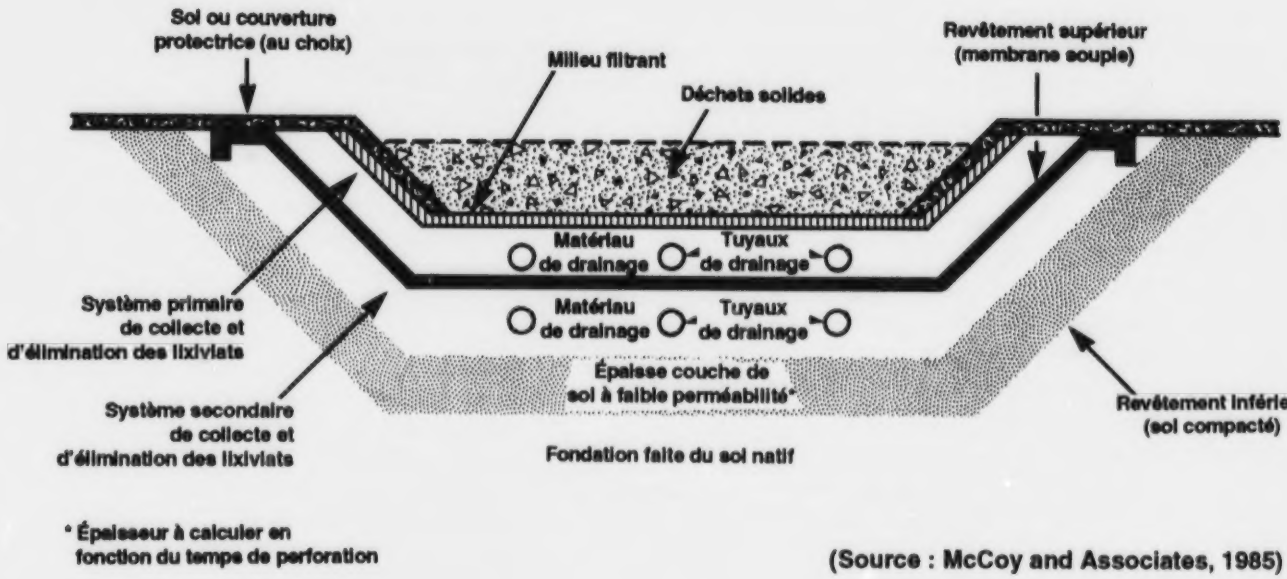
- **Exigences de l'*Environmental Protection Agency* (EPA) des États-Unis** : En 1984, l'EPA a ordonné qu'on utilise un double revêtement aux sites d'enfouissement de déchets dangereux, en vertu des dispositions contenues dans les *Hazardous and Solid Waste Amendments*. Deux versions de ce système ont été permises, la première utilisant une membrane souple comme revêtement d'étanchéité intérieur et un sol compacté à faible perméabilité comme revêtement d'étanchéité extérieur, la seconde disposant d'une membrane souple comme revêtement d'étanchéité intérieur et extérieur. Les diagrammes 4 et 5 illustrent respectivement ces deux variantes. La figure 6 donne le détail de la version 2, à double revêtement.

- **Enfouissement de déchets dangereux - Midland, Michigan** : Le site d'enfouissement de déchets dangereux construit en 1985 à Midland au Michigan en vertu de la *Michigan Hazardous Waste Management Act* (Cadwallader, 1987) utilise le système de revêtement d'étanchéité suivant :

    - membrane synthétique souple (polyéthylène haute densité 100 mils* avec couche de sable pour la collecte des lixiviats);
    - couche d'argile - 1,5 m;
    - couche de sable (pour la détection des fuites);
    - couche inférieure d'argile - 1 m.

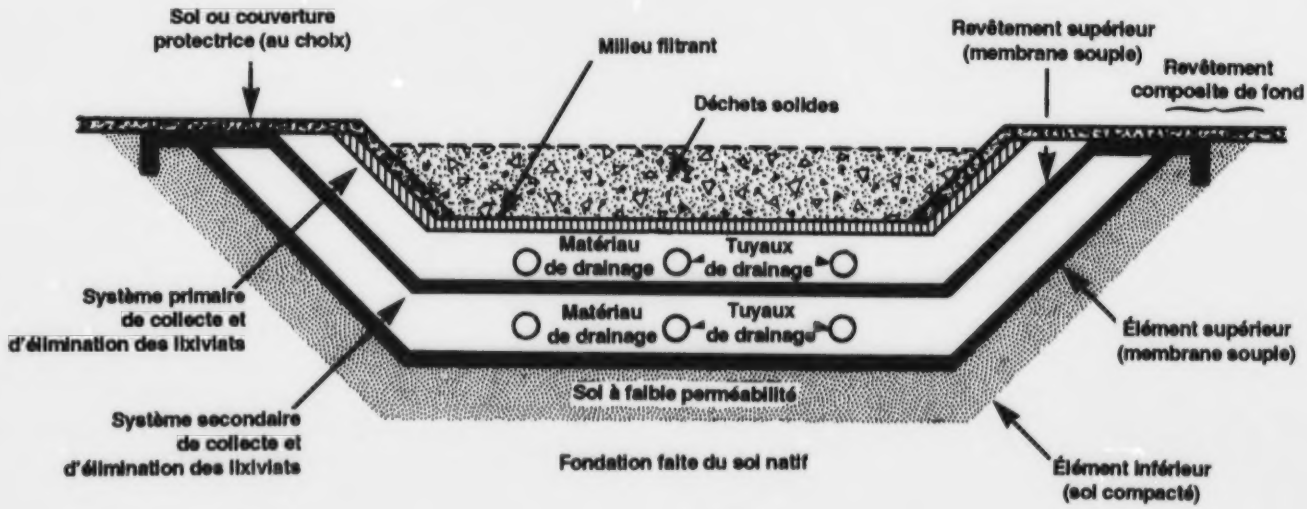
---

* 100 mils = 0,1 po = 2,54 mm



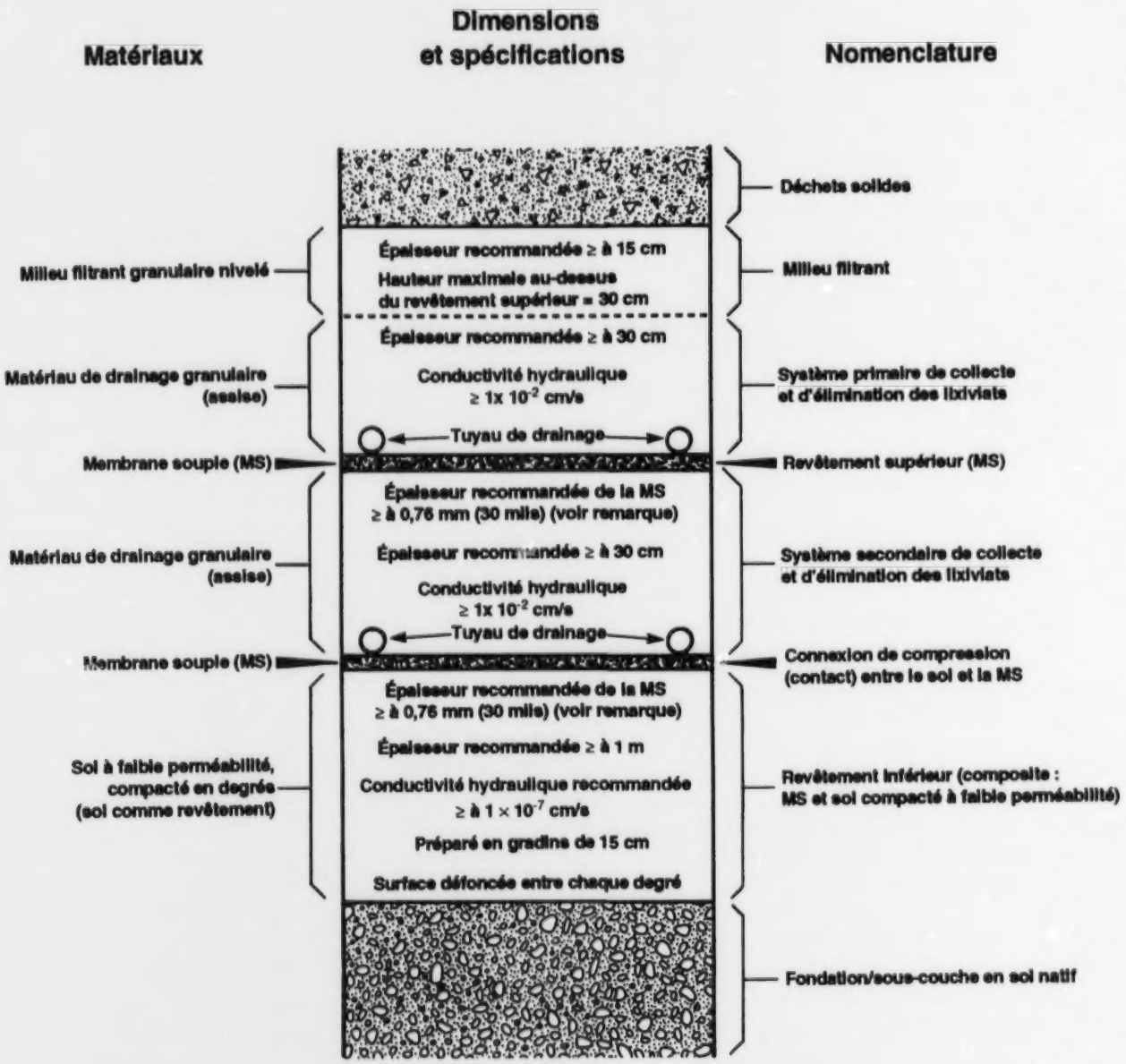
(Source : McCoy and Associates, 1985)

Figure 4 Système à double revêtement de l'EPA pour l'enfouissement de déchets dangereux - version 1



(Source : McCoy and Associates, 1985)

Figure 5 Système à double revêtement de l'EPA pour l'enfouissement de déchets dangereux - version 2



Nota : On recommande une épaisseur ≥ à 1,14 mm (45 mils) pour la MS si le revêtement n'est pas couvert avant trois mois.

1 mil = (0,001 po) = 25,4 µm
100 mils = (0,1 po) = 2,54 mm

(Source : McCoy and Associates, 1985)

Figure 6 **Coupe transversale du revêtement composite double de l'EPA pour l'enfouissement de déchets dangereux**

- **Enfouissement sécuritaire de déchets dangereux - Swan Hills (Alberta)** : Le site d'enfouissement sécuritaire avec cellule active couverte a été construit en 1986 sur le terrain de l'*Alberta Special Waste Management Corporation*, à Swan Hills. Les éléments suivants ont été placés sous les déchets enfouis afin de contenir les lixiviats. (Richardson, 1986) :

  - système de collecte de lixiviats au-dessus du revêtement d'étanchéité (tapis de drainage synthétique);
  - membrane souple en polyéthylène haute densité (PE hd);
  - système de détection et de collecte des fuites sous le revêtement d'étanchéité (tapis de drainage synthétique);
  - revêtement d'étanchéité en argile.

- **Enfouissement de déchets dangereux dans une cellule imperméable - LaSalle (Québec)** : En 1988, la ville de LaSalle, en banlieue de Montréal, a entrepris la dernière étape de la décontamination des terres appartenant à l'ancienne cokerie de l'endroit. L'établissement, qui transformait le charbon en coke et en gaz naturel, avait poursuivi ses activités de 1920 à 1977. La contamination des terres venait principalement de déversements et de l'élimination des déchets sur les lieux.

  En 1988, la municipalité de LaSalle a entamé la construction d'une cellule en vue de contenir environ 600 000 m^3 de sol et de déchets contaminés sur les lieux mêmes. La cellule a été conçue et aménagée suivant le principe de la cellule à haute sécurité. Elle a été dotée d'un revêtement double qui en rendra les côtés et le fond imperméables, ainsi que d'un système de collecte des lixiviats et d'un système de détection et de collecte des liquides entre les deux géomembranes (membranes souples) (figures 7, 9 et 10).

  Grâce à ce concept, on peut drainer les substances contaminées enfouies par un système de collecte des lixiviats, ce qui minimise les risques de migration des contaminants à l'extérieur de la cellule. Le système de collecte en place à LaSalle se trouve au-dessus de la première géomembrane (PE hd, 2,0 mm) qui garde les contaminants à l'intérieur de la cellule. Le système de détection et de collecte des fuites se trouve sous le revêtement intérieur. Il permet de déceler et de recueillir le liquide qui s'infiltre dans le système. Ensuite vient l'autre géomembrane (PE hd, 1,0 mm), le revêtement d'étanchéité extérieur de la cellule. Enfin, sous la cellule même se trouve une couche d'argile à blocaux d'au moins 12 m d'épaisseur dont le coefficient de perméabilité moyen est de 4×10^{-6} cm/s.

  La cellule est recouverte de trois couches ayant chacune un but bien précis (figure 8). La première, imperméable, recouvre directement les déchets et se compose d'une géomembrane (PE hd, 1,5 mm) sur 60 cm d'argile compactée. Elle vise à empêcher l'infiltration des précipitations. Au-dessus vient une couche de matériaux poreux de 60 cm qui assure un drainage rapide de l'eau de pluie. Enfin, un tapis végétal de 30 cm favorise le repeuplement du site par la végétation. Les deux couches supérieures protègent la plus profonde couche, imperméable, des effets du gel et du dégel.

3.4.2 Matériaux de revêtement d'étanchéité

De nombreux types de matériaux ont été utilisés ou étudiés en vue d'un usage comme revêtement d'étanchéité aux sites d'enfouissement, notamment :

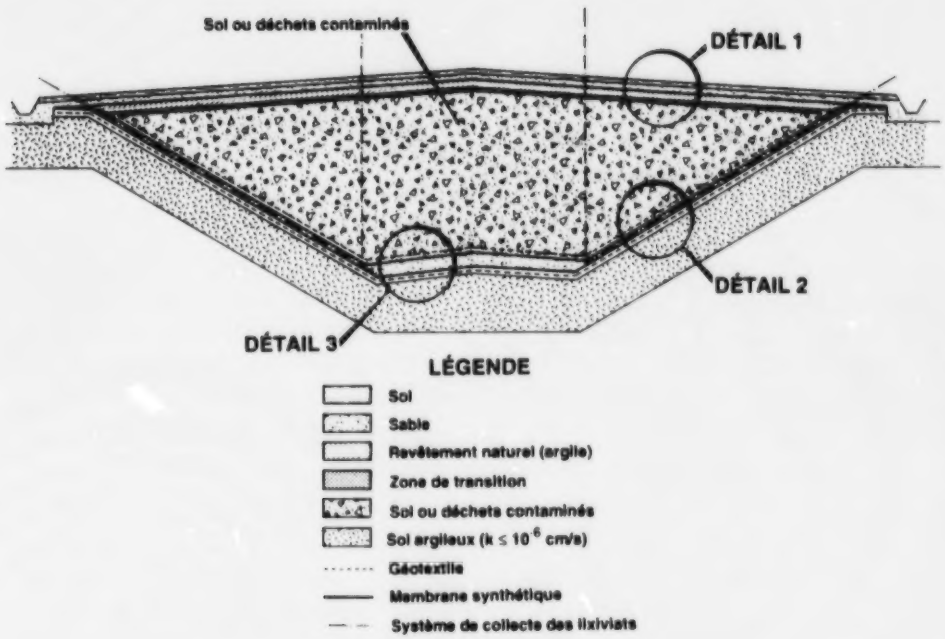


Figure 7 Coupe transversale de la cellule imperméable pour déchets dangereux (haute sécurité, LaSalle (Québec))

DÉTAIL 1

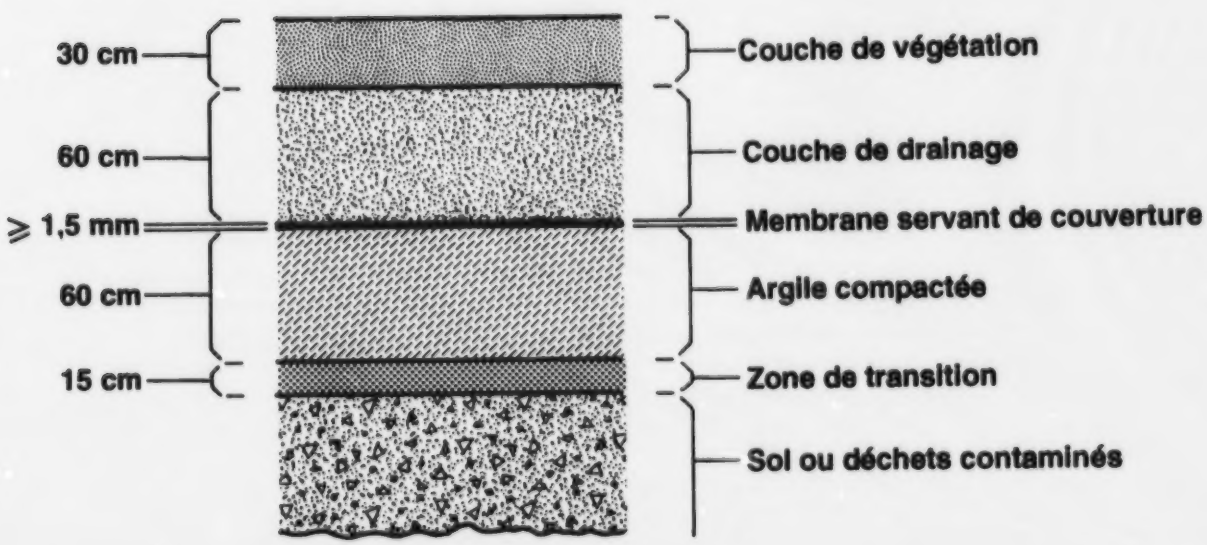


Figure 8 Coupe transversale de la couverture de la cellule imperméable pour déchets dangereux (haute sécurité, LaSalle (Québec))

DÉTAIL 2

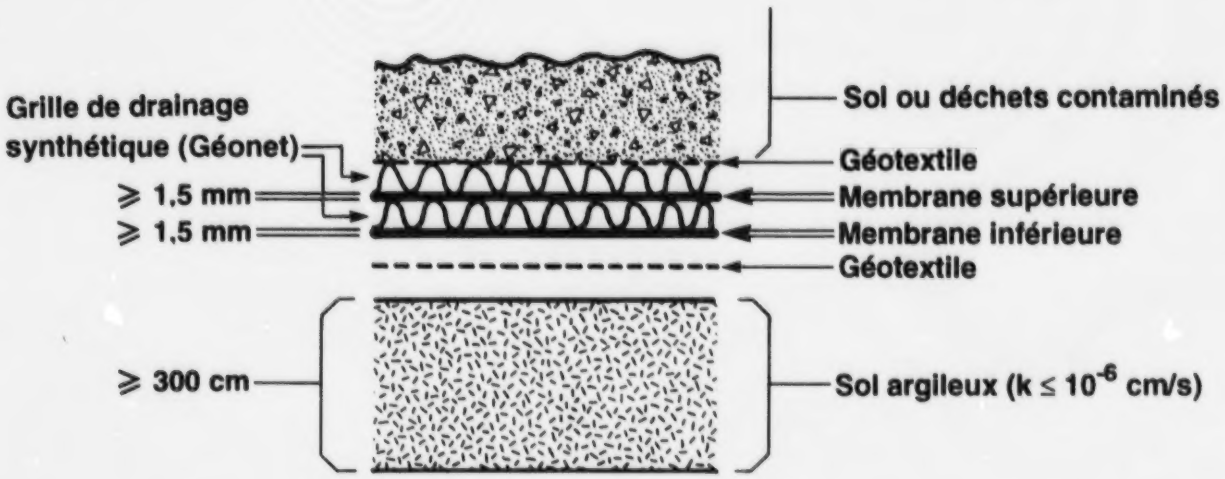


Figure 9 Coupe transversale de la paroi de la cellule imperméable pour déchets dangereux (haute sécurité, LaSalle (Québec))

DÉTAIL 3

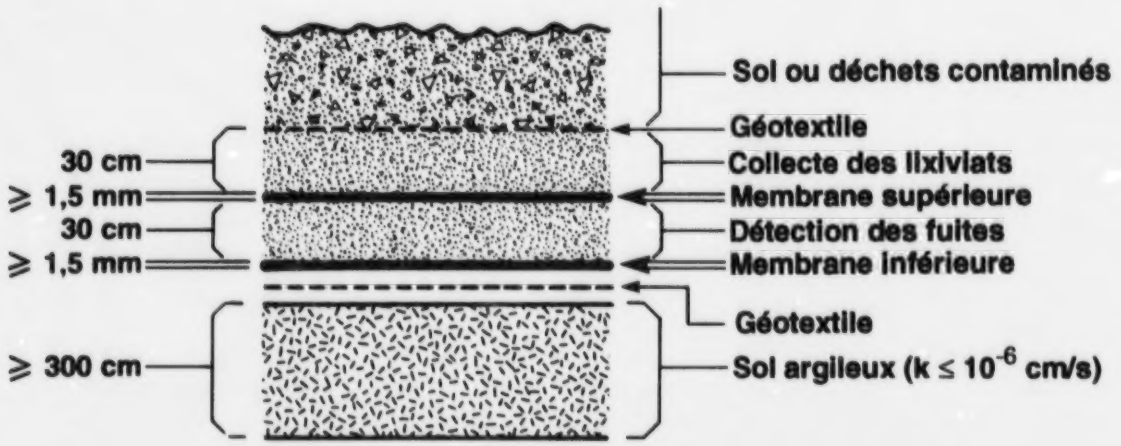


Figure 10 Coupe transversale du fond de la cellule imperméable pour déchets dangereux (haute sécurité, LaSalle (Québec))

Membranes souples

- polyéthylène haute densité (PE hd);
- chlorure de polyvinyle (PVC);
- caoutchouc butyle;
- néoprène;
- autres polyéthylènes (p. ex. chloré, chlorosulfoné).

Les points à prendre en considération avec les membranes souples comprennent notamment :

- la compatibilité avec les déchets de même qu'avec les lixiviats qui pourraient être produits;
- la résistance à l'altération (p. ex. aux rayons ultra-violets);
- la résistance aux dommages physiques;
- la résistance aux rongeurs et aux bactéries;
- la préservation des propriétés souhaitables à diverses températures;
- la possibilité de jointoiement et de scellage;
- le contrôle de la qualité durant la fabrication et la mise en place;
- la nécessité d'une couche de 0,5 à 1,0 m de matières granulaires au-dessus de la membrane pour la protéger lors de l'enfouissement des déchets dangereux;
- le rendement et la vie utile de la membrane.

De toutes les membranes synthétiques utilisées comme revêtement, le PE hd constitue pour l'instant le matériau de choix en raison de sa bonne résistance à la traction et de ses propriétés d'étirement, de sa résistance élevée au déchirement et à la perforation, de bonnes propriétés quant à la fragilité aux basses températures et d'une excellente résistance à une vaste gamme de produits chimiques.

Sol comme revêtement

Les sols argileux ont toujours servi de matériau de revêtement d'étanchéité dans de nombreuses applications. Il est surtout question en l'occurrence du sol déposé puis compacté sur les côtés et le fond de la cellule, en plusieurs couches, selon des exigences très précises. Cependant, l'argile a des interactions très complexes et variables avec divers produits chimiques. On ne connaît donc pas très bien la compatibilité des sols argileux avec plusieurs types de déchets dangereux. Des études en laboratoire entreprises dès le début des années 1980 ont indiqué que les liquides organiques concentrés pouvaient accroître la conductivité hydraulique des argiles de 100 à 1 000 fois. Même si on ignore dans quelle mesure ces essais sont représentatifs, l'EPA a par la suite abandonné l'utilisation des sols argileux comme revêtement en faveur des membranes souples. Cette décision, qui rend obligatoire l'usage des membranes souples, a été contestée par d'autres spécialistes (Reades et Chart, 1986) dans certaines applications. À l'heure actuelle, l'EPA recommande un revêtement d'étanchéité composite constitué d'argile et d'un matériau synthétique. Les facteurs à prendre en considération pour l'utilisation du sol comme revêtement d'étanchéité devraient comprendre :

- la teneur en eau la plus efficace pour le compactage («humidité optimale» préférée);

- la technique de compactage (pétrissage mécanique de préférence, p. ex. rouleau à pieds de mouton plutôt que rouleau lisse);

- la conductivité hydraulique finale obtenue;

- le contrôle de la qualité au cours de la mise en place.

Autres revêtements
Outre les membranes souples et les argiles, on a déjà utilisé comme revêtement d'étanchéité :

- la bentonite et les mélanges de bentonite;

- le sol-ciment;

- les matières pulvérisées (p., ex. l'asphalte, le ciment asphaltique, le granit).

Bien qu'on puisse en envisager l'utilisation, ces matériaux n'ont pas connu une grande application dans le domaine de la gestion des déchets dangereux.

Ligne directrice 3-13 :

Le choix d'un matériau de revêtement d'étanchéité naturel ou synthétique, ou les deux, de préférence à un autre dépend des facteurs propres au site, dont la compatibilité du matériau avec les déchets dangereux à enfouir. De plus, ce choix sera fondé sur sa résistance à la détérioration ou à la désagrégation consécutivement aux changements de température ou aux contraintes associées à la pose du revêtement et à l'exploitation du site.

3.4.3 Contrôle des lixiviats

Habituellement, les lixiviats sont recueillis au-dessus du revêtement d'étanchéité et acheminés par un réseau de tuyaux perforés jusqu'à des puisards ou des colonnes montantes en vue de leur retenue et de leur élimination en surface. Les tuyaux se trouvent dans une couche de matériau granulaire qui permet la percolation des lixiviats jusqu'à eux. L'épaisseur de la couche granulaire varie généralement de 0,5 à 1,0 m.

Certains des facteurs à prendre en considération pour les systèmes de collecte des lixiviats sont :

- le type de tuyaux (ils devraient résister à l'attaque des produits chimiques contenus dans les lixiviats);

- les paramètres hydrauliques du système qui devraient permettre de limiter la charge hydraulique au-dessus du réseau à un seuil acceptable. Au moment de la conception, on tiendra compte de la superficie à couvrir et de l'espacement des tuyaux, de même que du matériau granulaire qui entoure ceux-ci. Enfin, il ne faut pas oublier les précipitations qui peuvent se produire avant l'installation de la couche de couverture.

Une autre solution consiste à utiliser des grilles de drainage synthétiques (géonets) et des tapis de drainage synthétiques (géotextiles). Ceux-ci forment une couche de cavités ou de «conduits» qui facilitent le transport des liquides. Ils conviennent particulièrement aux côtés en pente. Les grilles et les tapis peuvent également être placés sous le revêtement d'étanchéité pour la détection des fuites et servir de système de récupération secondaire des lixiviats.

Les propriétés des lixiviats d'un nouveau site sont relativement imprévisibles et il existe très peu de données à ce sujet. Pour les préciser, il faut recourir à l'échantillonnage et à l'analyse. En général, les lixiviats devraient être classés comme des déchets

dangereux. Leur traitement peut s'avérer onéreux et complexe. C'est pourquoi tout doit être tenté pour réduire le volume de lixiviats à récupérer et à traiter. Si le volume produit sur les lieux est relativement faible, il est parfois préférable de transporter les lixiviats jusqu'à une usine de traitement de déchets dangereux plutôt que de construire de nouvelles installations.

Ligne directrice 3-14 :

On devrait installer un système de surveillance, de collecte et d'élimination des lixiviats sous les sites d'enfouissement qui recourent à la «rétention artificielle» afin de réduire au minimum les risques de migration des contaminants. De plus, les lixiviats recueillis au site d'enfouissement devraient être classés comme un déchet dangereux en soi et traités en conséquence, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

3.4.4 Couverture artificielle

L'installation d'une couverture artificielle au site d'enfouissement de déchets dangereux a pour but :

- de séparer les contaminants potentiellement dangereux du milieu environnant;
- de contrôler l'infiltration des eaux de surface;
- d'assurer la croissance de la végétation et de donner un aspect plus esthétique à l'ensemble;
- de remplir des fonctions techniques comme le contrôle des gaz, la gestion du ruissellement, la lutte contre l'érosion et l'intégrité des structures.

Une fonction importante de la couche de couverture consiste à réduire les infiltrations dans la cellule et ainsi à empêcher une accumulation inacceptable de lixiviat au-dessus du revêtement d'étanchéité. À l'extrême, faute d'un contrôle, la cellule de la décharge pourrait se remplir et déborder. Soulignons cependant qu'à l'instar des revêtements et des systèmes de collecte des lixiviats, l'efficacité à long terme des couvertures artificielles n'a pas encore été confirmée.

Comme le souligne le groupe de travail du Conseil national de recherches du Canada sur l'élimination des déchets (1983), «la comparaison entre les couches de couverture et les revêtements d'étanchéité doit être basée sur l'équilibre des écoulements et non sur une perméabilité égale». L'équilibre des écoulements entre les couches de couverture et les revêtements d'étanchéité sera fonction de facteurs tels que la charge hydraulique et l'épaisseur des revêtements. Cette approche est jugée la plus pratique puisqu'elle tient compte des conditions locales comme les précipitations, l'évaporation et la violence des orages.

Un facteur déterminant en vue de l'intégration d'une zone peu perméable à la couverture est la protection contre le gel et les intempéries. L'EPA et le rapport publié par Proctor et Redfern précisent que la couche imperméable en entier doit se trouver plus bas que la profondeur moyenne de pénétration du gel à cet endroit. Bien que des facteurs comme la couche nivale puissent être pris en considération, la couche supérieure devra être relativement épaisse pour protéger la zone de faible perméabilité.

L'affaissement des déchets dans les cellules constitue un autre facteur important lors de la conception d'une couche de couverture.

Les risques d'affaissement dépendront des méthodes de mise en place des déchets, des matériaux utilisés, de la profondeur des cellules et du mouvement des fondations. Étant donné la possibilité d'un affaissement, il faudra tenir compte de l'épaisseur, de l'élasticité et des propriétés d'étirement d'une membrane souple comme revêtement d'étanchéité. Enfin, il faut prévoir le degré d'exposition possible, la stabilité de la pente et les perturbations causées par la construction. La surface de la couverture finale devrait être nivelée pour que les eaux de ruissellement s'écoulent hors du site. Le terrain devrait être gazonné afin d'améliorer l'évapotranspiration et d'assurer une protection contre l'érosion.

La couverture d'un système de «rétention artificielle» typique comprendra habituellement :

- une couche superficielle de sol permettant l'implantation de végétation indigène aux racines peu profondes et favorisant l'écoulement de l'eau sans causer l'érosion;

- une couche intermédiaire de drainage faite de matériau poreux se drainant facilement, capable de résister aux orages longs et violents ainsi qu'à l'envahissement par les racines;

- une couche inférieure pour empêcher l'infiltration des eaux de surface.

Ligne directrice 3-15 :

On devrait installer un système de couverture au-dessus de chaque cellule afin d'isoler les déchets, de contrôler les infiltrations et de fournir une protection contre l'érosion, selon les besoins du site.

Ligne directrice 3-16 :

La couche barrière du système de couverture devrait être solidement intégrée au système de revêtement du site, autour de chaque cellule. De plus, le système de couverture devrait être assez épais pour réduire au minimum les contraintes dues au cycle saisonnier du gel et du dégel.

Ligne directrice 3-17 :

La couverture et le revêtement du fond devraient être conçus pour qu'il n'y ait aucune accumulation de liquide dans la cellule.

3.4.5 Évacuation des gaz de fermentation

La possibilité d'une accumulation de gaz sous la couverture du site même doit être prise en considération. En effet, les déchets enfouis peuvent dégager des gaz à la suite de la décomposition des composés organiques qu'ils contiennent. Même si on recommande à la section 2 du présent document d'enfouir le moins de matières organiques possible, le gaz pourrait provenir de déchets chimiques volatils enfouis accidentellement. Il est très difficile de prévoir la production de gaz étant donné la nature et la diversité des déchets dangereux. Des gaz peuvent se dégager à certains endroits et pas ailleurs.

On doit envisager l'adoption de mesures comme une couche de drainage sous le revêtement du dôme imperméable ainsi que des évents. Lors de la conception et de l'aménagement du site, il serait prudent de prévoir la collecte et l'évacuation contrôlées des gaz par un réseau de tranchées lestées de gravier ou un système analogue. Ces éléments peuvent être rendus superflus si on prévoit une faible production de gaz, voire aucune.

Selon la nature des gaz, un traitement quelconque s'avérera peut-être nécessaire. Par exemple, l'incinération pourrait être envisagée si le dégagement est riche en méthane et en hydrocarbure volatils. Parmi les autres traitements, on retrouve le dépoussiérage humide si les gaz ont une teneur élevée en sulfure d'hydrogène ou l'adsorption sur le carbone actif s'ils contiennent relativement peu d'hydrocarbures volatils.

Ligne directrice 3-18 :

On devrait établir le potentiel de production de gaz des déchets enfouis et on devrait prévoir l'aménagement d'un système adéquat de collecte, de traitement et d'évacuation des gaz.

Section 4

Exploitation et surveillance

4.1 Aperçu général

La réussite de l'aménagement d'un site d'enfouissement de déchets dangereux dépend d'un contrôle rigoureux des méthodes d'exploitation et de surveillance. Ces méthodes devraient parfaire la philosophie à la base de la conception générale du site et répondre aux exigences d'entretien appropriées lors de la fermeture et après celle-ci.

4.2 Méthodes administratives

Toutes les activités menées au site d'enfouissement devraient se conformer aux méthodes détaillées dans un manuel d'exploitation spécialement préparé pour l'installation. Ce manuel devrait avoir un champ d'application complet et porter au minimum sur les sujets suivants :

- description de l'objet du projet, détails de la construction des cellules, plan d'ensemble de l'aménagement du site et plan de fermeture;
- identification précise des paliers d'autorité, organigramme, énoncés de fonctions et responsabilités pour tout le personnel;
- détail des exigences en matière de déclarations réglementaires;
- détail des exigences en matière de rapports internes et de tenue de registres;
- description des programmes de surveillance de l'hygiène et de l'environnement et exigences connexes en matière de comptes rendus;
- description des méthodes d'exploitation de routine pour l'enfouissement, y compris les méthodes de laboratoire;
- description des précautions ainsi que des mesures d'hygiène et de sécurité prises par le personnel;
- description des protocoles de sécurité du site;
- liste des autorités à aviser en cas d'incident.

Le manuel d'exploitation devrait s'avérer la principale source d'information pour tous les aspects des activités menées sur le site et devrait être disponible facilement aux fins de consultation par les membres du personnel. Il devrait être revu et mis à jour régulièrement puisque les procédés changent constamment pour répondre à l'évolution du marché, de l'environnement et des règlements.

On devrait élaborer un système de contrôle et d'enregistrement des déchets qui serait suivi de façon rigoureuse sur le site. Voici les principaux points visés par ce système :

- vérification et classement des manifestes en ce qui a trait aux livraisons des déchets sur le site;
- enregistrement du poids et des résultats d'analyse des déchets livrés en vue du contrôle interne de l'inventaire (et de la facturation des clients, le cas échéant);

- illustration conforme aux cellules d'enfouissement terminées, indiquant la date de dépôt des déchets, les membres du personnel responsables ainsi que le type de déchet et son origine.

On devrait également rédiger un manuel d'entretien complet pour tout l'équipement mobile et stationnaire sur les lieux. En plus de comprendre les modes d'emploi et les manuels d'entretien, ce document devrait clairement établir les méthodes de décontamination de l'équipement et les mesures de protection du personnel relatives à l'entretien. Si des travaux d'entretien sont effectués sur des pièces d'équipement dans les zones actives du site, toutes les substances usées telles que les savons et les solvants seront classées comme des déchets dangereux. Ce manuel devrait préciser de tels détails. Il devrait servir de document de référence pour l'exploitation et l'entretien de l'équipement sur les lieux.

Ligne directrice 4-1 :

On devrait rédiger un manuel d'exploitation détaillé, propre à chaque site d'enfouissement de déchets dangereux. Tous les membres du personnel devraient en prendre connaissance et l'utiliser comme principal document de référence pour l'exploitation quotidienne des installations.

Ligne directrice 4-2 :

On devrait mettre sur pied un système détaillé de contrôle de l'inventaire des déchets et de tenue des registres à chaque site. D'ailleurs, tous les employés affectés à l'exploitation devraient l'observer rigoureusement.

Ligne directrice 4-3 :

On devrait préparer un manuel détaillé d'entretien pour tout l'équipement mobile et stationnaire employé sur les lieux et s'en servir comme document de référence. Ce manuel devrait décrire toutes les mesures de décontamination de l'équipement et de protection du personnel.

4.3 Mise en place des déchets

La mise en place des déchets dangereux au site d'enfouissement devrait se faire selon les exigences établies dans le plan d'aménagement décrit à la section 4 du présent document. À cet égard, on tiendrait compte de la méthode d'enfouissement préférée, de l'aménagement des cellules, des exigences en matière de couverture et de fermeture ainsi que de la conception des cellules, notamment du système de contrôle des lixiviats. On n'oubliera pas non plus de séparer les matières incompatibles afin de minimiser les risques d'explosion, d'incendie ou de dégagement de gaz toxiques.

Il faut à tout prix s'efforcer de réduire l'infiltration d'eau dans les cellules, puisque les précipitations et le ruissellement dans les zones actives du site contribuent à la production de lixiviats contaminés. On peut y parvenir en recouvrant la zone active pour la mettre à l'abri des précipitations directes, ce qui permettra la poursuite de l'enfouissement, même par mauvais temps. Les eaux de ruissellement qui s'écoulent des zones actives devraient être recueillies et traitées comme des déchets dangereux.

Puisque les déchets sont placés en gradins, ils devraient au besoin être écrasés avec du matériel roulant (rouleau à pieds de mouton, vibrocompacteur, etc.), afin de minimiser les

risques d'affaissement après l'enfouissement. Cette mesure pourrait néanmoins s'avérer superflue avec des déchets solidifiés.

On devrait adopter une des deux mesures suivantes en ce qui a trait aux véhicules circulant dans les zones actives, afin d'éviter le transport de matières contaminées ou potentiellement contaminées à l'extérieur du site :

- déchargement des déchets livrés par les véhicules «externes» à un endroit quelconque puis manutention de ces déchets par des véhicules «internes» affectés exclusivement à la zone active; ou

- lavage de tous les véhicules contaminés ou potentiellement contaminés avant leur sortie du site. Les eaux de lavage seront traitées au même titre que les déchets dangereux à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

Ligne directrice 4-4 :

Les précipitations et le ruissellement provenant de l'extérieur dans les zones actives du site devront être contrôlés. En outre, toutes les eaux d'écoulement provenant des zones actives seront traitées comme des déchets dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

Ligne directrice 4-5 :

On devrait utiliser l'équipement avec soin afin de ne pas détériorer le revêtement ni le système de contrôle des lixiviats.

Ligne directrice 4-6 :

L'équipement devrait être utilisé et entretenu avec soin pour que les matériaux contaminés ne soient pas réexportés par inadvertance à l'extérieur des zones actives. À cet effet, l'eau qui a servi au nettoyage de l'équipement et les solutions de lavage devraient être recueillies séparément et traitées comme des déchets dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité.

4.4 Mesures d'urgence

Un plan d'urgence couvrant tous les incidents qu'il est possible de prévoir et qui pourraient mettre en danger la santé humaine ou l'environnement devrait être élaboré et faire l'objet d'une mise à jour régulière. Ces incidents comprennent les incendies, les explosions, les déversements accidentels de contaminants dans les zones non actives et le ruissellement ou la production de lixiviats contaminés imprévus.

Le plan d'urgence comporterait les éléments suivants pour chaque type d'incident :

- mesures d'intervention immédiates;

- nom, adresse et numéro de téléphone de toutes les personnes habilitées à agir en qualité de coordonnateur d'urgence;

- nom, adresse et numéro de téléphone des personnes, organismes ou organisations qui peuvent fournir une aide additionnelle;

- plans d'évacuation du personnel et des personnes vivant dans le voisinage, si le besoin s'en fait sentir;

- mesures palliatives appropriées à moyen et à long terme; liste énumérant l'équipement d'urgence et son emplacement gardée à proximité, sur les lieux;

- formules et procédures de compte rendu des incidents.

Les instructions contenues dans le plan d'urgence devraient faire partie intégrante du programme de formation des employés qui travaillent sur le site. La liste du matériel nécessaire pour une intervention immédiate advenant un incident, tel que le décrit le plan d'urgence, devrait être facilement disponible sur le site. L'équipement nécessaire aux interventions à moyen et à long terme ne devrait pas nécessairement être entreposé sur les lieux, mais le plan d'urgence devrait indiquer son emplacement exact, dans le voisinage, afin qu'on puisse se le procurer sans délai. À cet égard, on devrait dresser le plan d'urgence en consultation avec les autorités pertinentes des communautés voisines. Des copies du plan devraient être distribuées à tous les organismes intéressés, comme la police et le service des incendies, les équipes d'urgence provinciales et municipales qui pourraient être appelées sur les lieux ainsi que les hôpitaux locaux.

Ligne directrice 4-7 :

On devrait dresser un plan d'urgence pour parer à tous les accidents auxquels on peut raisonnablement s'attendre sur le site d'enfouissement. Ce plan devrait être préparé en consultation avec les services d'urgence provinciaux et locaux.

Ligne directrice 4-8 :

Le plan d'urgence devrait être revu et modifié régulièrement pour refléter les changements survenus au niveau du personnel, des techniques, de l'équipement et des stratégies d'intervention.

4.5 Programmes du personnel

Tous les membres du personnel travaillant sur le site suivront avec succès un programme de formation obligatoire, approprié à leur énoncé de fonctions. À la suite du programme d'initiation, des stages de perfectionnement périodiques devraient être donnés pour renforcer les procédures établies et en introduire de nouvelles. Les dossiers du personnel devraient être tenus à jour et indiquer le genre de formation suivie par chaque employé et l'époque à laquelle le programme a été terminé.

La formation doit être dispensée par des instructeurs qualifiés et expérimentés. On recommande au moins les sujets suivants :

- méthode d'enfouissement et fonctionnement quotidien du site;
- instructions sur la conduite de l'équipement et règles de sécurité;
- initiation au plan d'urgence;
- port de vêtements et d'équipement protecteurs;
- mesures d'hygiène personnelle en ce qui a trait à des sujets tels que la toilette, l'alimentation et le nettoyage des vêtements;
- premiers soins.

Tous les membres du personnel subiront au préalable un examen médical complet ainsi que des examens périodiques fréquents tout au long de la durée de leur emploi. Si on soupçonne qu'un employé a été indûment exposé à des contaminants, un programme plus intensif de surveillance médicale portant sur les manifestations toxicologiques pertinentes s'avérera justifié. Les examens médicaux seront confiés à un médecin qualifié.

Ligne directrice 4-9 :

Tous les employés du site d'enfouissement devraient suivre un programme de formation détaillé et subir des examens médicaux complets avant de débuter leur emploi au site et en cours d'emploi.

4.6 Programmes de surveillance de l'environnement

4.6.1 Aperçu général

Comme nous l'avons déjà mentionné, la création d'un site d'enfouissement de déchets dangereux requiert des compétences approfondies en matière de conception et d'aménagement si on veut contrôler la libération de contaminants dans l'environnement. Quelle que soit l'importance des efforts déployés cependant, tous les sites d'enfouissement devraient être surveillés, principalement pour les raisons suivantes :

- pour en vérifier l'efficacité;
- pour que l'alarme puisse être sonnée assez tôt afin qu'on prenne rapidement les mesures correctives.

Avant d'établir des installations d'enfouissement, il faut absolument tracer le profil environnemental de base du site envisagé et de la région voisine. Ce profil devrait servir de point de référence aux programmes de surveillance subséquents.

La surveillance se poursuivra tout au long de l'exploitation du site ainsi qu'après sa fermeture. Le degré de surveillance dépendra des observations faites sur les lieux et de leurs conséquences néfastes éventuelles. Par exemple, un site d'où s'échappe une quantité faible mais constante de lixiviats, plusieurs années durant après la fermeture pourra faire l'objet d'une surveillance sporadique pour le reste de la période de postfermeture. Au contraire, un site présentant une grave fuite devra être surveillé de près.

À titre d'exemple, la surveillance porte sur les aspects suivants :

- sécurité du site;
- déplacement physique;
- qualité des eaux de surface;
- qualité des eaux souterraines;
- émissions atmosphériques;
- système de contrôle des contaminants;
- inspection générale.

Avant de confier la réalisation du projet au maître d'oeuvre, il serait préférable d'établir une série de normes qui indiqueront à quel point les conditions acceptables ont été dépassées. Des mesures correctives pourront être adoptées par la suite. On pourrait également envisager l'introduction d'une seconde série de normes en vertu desquelles on pourrait réduire la fréquence des contrôles de surveillance ou interrompre ces derniers ou le contrôle des contaminants.

4.6.2 Déplacement physique

Il faut surveiller les sites d'enfouissement afin de déceler tout affaissement ou l'abaissement des couches supérieures à la suite de l'effondrement ou de la consolidation des déchets. On devrait surveiller notamment la couverture de la zone remplie de déchets et d'autres points autour du site. Cette surveillance doit se baser sur des repères sûrs, judicieusement placés sur le site, dont le niveau aura été

déterminé avec précision à partir d'un repère loin du site.

4.6.3 Lixiviats

On devrait surveiller les lixiviats captés par un système de drainage souterrain pour établir :

- le volume produit;
- les propriétés physiques et chimiques du liquide.

Les données devraient être analysées et servir à établir s'il y a des tendances. Les propriétés particulières des lixiviats influenceront leur sort ultime dans l'environnement. Les lixiviats provenant d'un site d'enfouissement des déchets dangereux devraient être considérés eux aussi comme des déchets dangereux, à moins qu'on en ait prouvé l'innocuité, et devraient être éliminés en conséquence.

4.6.4 Fuites

Si un système de détection des fuites (système secondaire de collecte des lixiviats) a été installé et intégré au revêtement d'étanchéité du site, tout liquide apparaissant dans ce système devrait faire l'objet d'un contrôle qui en déterminera l'écoulement et les propriétés physiques, chimiques et toxicologiques. On saura ainsi qu'il s'agit d'une fuite de lixiviats ou si le liquide vient d'une autre source.

4.6.5 Eaux souterraines

En raison des effets néfastes éventuels sur les eaux souterraines, la surveillance de ces eaux est un élément capital de la surveillance du rendement d'un site d'enfouissement de déchets dangereux. Un programme de surveillance détaillé des eaux souterraines fournira des données fiables au sujet de l'effet du site sur la qualité des eaux souterraines.

Pour être efficace, le programme de surveillance exige une solide connaissance du régime des eaux souterraines dans la région. Ces connaissances devraient découler d'études hydrologiques menées lors de l'exploitation des lieux durant l'étape initiale du projet. Un programme de surveillance de la qualité des eaux souterraines comprendra généralement les éléments suivants :

- la surveillance du niveau de base des eaux au moins un an avant l'exploitation du site;
- un échantillonnage initial détaillé des constituants des eaux souterraines avant l'aménagement du site;
- les détails et la fréquence des contrôles permanents du niveau de l'eau et de l'analyse des échantillons durant l'aménagement et l'exploitation du site;
- la surveillance postfermeture à long terme;
- des analyses périodiques pour comparer les résultats de puits de surveillance avec la qualité des eaux de base afin d'évaluer les incidences environnementales du site d'enfouissement.

On pourra recueillir d'autres informations sur la migration des contaminants sous la surface en prélevant des carottes de sol à certains endroits et en les analysant pour y déceler la présence de contaminants. Divers types de lysimètres peuvent également être utilisés pour surveiller les liquides interstitiels dans la zone non saturée.

4.6.6 Émissions atmosphériques

Au cours de l'exploitation du site, les émissions atmosphériques comprendront la poussière provenant du déplacement de la

terre, de l'excavation, du placement des déchets et de la mise en place de la couche de couverture. Ces émissions devraient faire l'objet de prélèvements au moyen d'échantillonneurs de retombées de poussière et d'échantillonneurs à grand débit d'air ambiant placés à divers endroits en bordure du site. S'il n'y a aucune station météorologique à proximité pour enregistrer la vitesse et la direction du vent, on devrait installer l'équipement nécessaire sur les lieux de façon à établir une corrélation entre la qualité de l'air, la direction et la vitesse du vent.

Au cours des étapes ultimes de l'exploitation ainsi que pendant la période de postfermeture, la surveillance de la qualité de l'air devrait porter principalement sur les émissions des évents. Le volume et le type de gaz évacués dans l'atmosphère varient considérablement d'un site à l'autre. Les émissions varieront même d'un évent à l'autre, car la production de gaz dépend de la quantité et du type de déchets présents. Les échantillons d'air peuvent être recueillis à la sortie des évents ou dans l'air ambiant. On pourra utiliser des sondes portatives pour le gaz. Dans les cas extrêmes, on envisagera l'installation de détecteurs de gaz.

Le programme d'échantillonnage et d'analyse des émissions atmosphériques devrait s'appliquer aux éléments suivants :

- les retombées;
- les matières particulaires en suspension (à l'aide d'un échantillonneur à grand débit);
- les composés sulfurés réduits totaux (dans l'air ambiant et à la sortie des évents);
- les hydrocarbures totaux (dans l'air ambiant et à la sortie des évents);
- d'autres contaminants appropriés.

4.6.7 Inspection générale

On devrait procéder à une inspection visuelle pour vérifier les points suivants : la sécurité (état des clôtures, de la signalisation et des barrières), la croissance de la végétation sur la couverture, l'état des fossés de drainage des eaux de surface, l'érosion et les dommages dus aux animaux.

Ligne directrice 4-10 :

Avant d'aménager un site d'enfouissement de déchets dangereux, le promoteur devrait préparer un profil environnemental de base de l'endroit envisagé et des alentours immédiats. Cette étude servira de point de référence pour la surveillance subséquente.

Ligne directrice 4-11 :

Le propriétaire ou l'exploitant du site d'enfouissement des déchets dangereux devrait avoir l'obligation de mettre en oeuvre un programme de surveillance de l'environnement pendant l'exploitation et après la fermeture du site. Ce programme portera sur les déplacements physiques, les lixiviats, les fuites, les eaux souterraines et les émissions atmosphériques. De plus, on devrait tenir à jour des registres chronologiques détaillés sur les données concernant la surveillance, recueillies avant, pendant et après la période d'exploitation du site.

Ligne directrice 4-12 :

Avant d'entreprendre l'exploitation du site, on devrait envisager l'établissement de normes de surveillance. Le dépassement de ces normes, d'après les résultats des contrôles, indiquera une situation anormale et déclenchera la mise en application des mesures correctives prévues au plan d'urgence.

Section 5

Fermeture et postfermeture

5.1 Aperçu général

Un site d'enfouissement qui atteint la limite de sa vie utile doit être fermé. Les mesures visant à la fermeture peuvent également être appliquées aux parties d'un site plus vaste où les activités d'enfouissement sont terminées.

Les travaux d'entretien requis lors de la fermeture et de la postfermeture du site doivent être planifiés dès le début du projet. En intégrant les questions relatives à la fermeture à ce moment, on veillera à ce que le plan d'aménagement soit compatible avec les exigences en matière de fermeture et d'entretien à long terme quand toute activité aura cessé.

Ligne directrice 5-1 :

Les plans d'entretien relatifs à la fermeture et la postfermeture d'un site d'enfouissement des déchets dangereux devraient être préparés dès la phase initiale de planification et de conception pour l'ensemble des installations. De plus, ces plans seront mis à jour chaque fois qu'on apportera des changements aux installations ou aux méthodes d'exploitation durant la vie utile du site.

5.2 Fermeture

Des mesures précises visant à la fermeture devraient garantir l'intégrité et la sécurité à long terme du site. La protection de la santé et de l'environnement demeure le facteur primordial. De plus, le programme de fermeture devrait être conçu de façon à minimiser les besoins d'entretien du site après la fermeture. En effet, un entretien à long terme peut entraîner des coûts considérables dont il faut tenir compte au moment du choix du site.

L'équipement mobile et stationnaire utilisé dans les parties actives du site devrait être décontaminé, et l'eau de lavage contaminée devrait être traitée comme un déchet dangereux.

Ligne directrice 5-2 :

Le propriétaire ou l'exploitant d'un site d'enfouissement devrait avoir l'obligation de fermer les installations de façon à :

- **minimiser les besoins ultérieurs en matière d'entretien;**
- **contrôler les fuites de contaminants dangereux dans les eaux souterraines, les eaux de surface et l'atmosphère afin de protéger la santé et l'environnement après la fermeture.**

Ligne directrice 5-3 :

Une fois la fermeture opérée, l'équipement et les installations utilisés sur le site devront être décontaminés ou éliminés de la façon appropriée.

5.3 Entretien de postfermeture

On devrait définir l'utilisation ultérieure du site et mettre en place les contrôles appropriés de façon à respecter la vocation désignée des terres. À titre d'indication, on devrait choisir les utilisations à long terme

pour qu'elles garantissent la sécurité des déchets enfouis. Ceci exclurait donc les utilisations comportant d'importantes activités de construction d'immeubles, par exemple, de routes ou de pipelines. Le site permettra néanmoins une exploitation moins intensive telles des formes passives de loisirs. On pourrait également interdire l'accès au site pendant une période indéfinie. La solution retenue dépendra des conditions particulières à l'endroit ainsi que des résultats du programme permanent de surveillance. Si l'affaissement du terrain ou la production de gaz ou de lixiviats devient un problème important, on fermera plutôt le site jusqu'à ce que la situation se stabilise.

Les systèmes de surveillance devraient être maintenus et exploités de façon régulière tout au long de la période de postfermeture de façon à déceler tout problème éventuel. On devrait accorder une attention particulière au système de surveillance des eaux souterraines. De plus, des inspections visuelles périodiques permettraient de vérifier l'intégrité de la couche de couverture et des systèmes de drainage des eaux de surface. Ces inspections garantiraient également le respect de l'utilisation autorisée. Des mesures correctives devraient être prises dès qu'un problème est décelé.

Ligne directrice 5-4 :

Les restrictions relatives à l'utilisation des terres d'un site fermé devraient être déterminées puis maintenues indéfiniment.

Ligne directrice 5-5 :

Le plan d'entretien de postfermeture devrait décrire les activités qui se dérouleront sur le site après sa fermeture et en déterminer la fréquence. Ces activités devraient garantir au moins :

- **le maintien de la fonction et de l'intégrité de la couverture finale;**
- **l'entretien et le fonctionnement des systèmes de collecte et de traitement des lixiviats et des gaz, le cas échéant;**
- **la protection et l'entretien des repères destinés aux relevés;**
- **le contrôle et l'accès au site, conformément à l'utilisation relative à la postfermeture approuvée.**

5.4 Conservation des registres

On devrait créer un système central d'archives où seront déposés les dessins conformes à l'exécution et les registres de l'exploitation du site pour une période indéfinie. Ces archives devraient également comprendre les données des programmes de surveillance accumulées au cours de la phase opérationnelle et après la fermeture du site. Une fois le site fermé, les registres devraient être confiés à l'organisme provincial responsable de la réglementation des activités de postfermeture.

Ligne directrice 5-6 :

On devrait créer un système central d'archives où seraient classés tous les dessins conformes à l'exécution et les autres registres d'exploitation ainsi que les résultats du programme de surveillance permanent. Ces archives seraient préservées indéfiniment par l'organisme provincial responsable de la réglementation des activités de postfermeture. On devrait envisager éventuellement l'élaboration d'un cadre législatif qui fixerait la conservation à long terme des registres.

5.5 Responsabilité

Si la surveillance permanente du site révèle un problème au cours de l'exploitation ou de la période de postfermeture, on prendra des mesures pour rectifier la situation. Ces mesures peuvent s'avérer très coûteuses, que ce soit à titre de déboursé unique ou de frais d'exploitation et d'entretien permanents. En conséquence, on devrait prévoir un fonds de dépannage dans le financement initial du projet. D'autres méthodes de financement comprennent :

- l'achat d'une assurance-responsabilité par le propriétaire ou l'exploitant du site ou par le gouvernement;
- le dépôt d'une caution ou une autre forme de garantie par le propriétaire ou l'exploitant du site;
- la fixation d'une somme forfaitaire proportionnelle au volume de déchets enfouis, pour créer un fonds de secours.

Le montant du fonds dépendra de plusieurs facteurs, notamment :

- l'importance et la configuration du site terminé;
- le type de déchet enfoui et ses propriétés ;
- les caractéristiques du milieu environnant par rapport au coût des mesures correctives.

Ligne directrice 5-7 :

Avant d'entreprendre l'exploitation du site, on devrait envisager une forme quelconque de financement pour les imprévus advenant la détérioration de l'intégrité du site et la nécessité de réparations au cours de sa vie utile ou après la fermeture. Le montant requis dépendra de l'importance du site, du type de déchets enfouis et des caractéristiques de l'endroit. Afin de calculer le montant du fonds de prévoyance, on devrait tenir un registre du coût des mesures correctives adoptées aux divers sites d'enfouissement de déchets dangereux d'Amérique du Nord.

Ligne directrice 5-8 :

Afin d'assurer la continuité de l'entretien postfermeture du site et d'éliminer les risques qu'une tierce partie en prenne possession, le site devrait être légalement enregistré dans l'acte notarié ou les titres de propriété avant le début de l'exploitation.

Références

CADWALLADER, M.W., «Hazardous Waste Landfill Uses Unique Three-Layer Liner», *World Wastes*, février 1987.

Canada, *Loi sur le transport des marchandises dangereuses*, L.R.C. (1985), ch. T-19, articles 2, 21 et 24.

Conseil national de recherches du Canada, «Geotechnical Aspects of Waste Disposal», rapport préparé par le Groupe de travail sur l'élimination des déchets, Comité associé de recherches géotechniques, *Technical Memorandum No. 135*, Ottawa, 1983.

M.M. Dillon Limited, «OWMC Treatment Facility Process Area Report Engineered Landfill», Toronto, Ontario, novembre 1986.

McCoy and Associates, *The Hazardous Waste Consultant, 3(4)*, publié par McCoy and Associates, Sakewood, Colorado, juillet/août 1985.

Proctor and Redfern Group, (The), «The Assessment of the Problems Posed by Hazardous Wastes in Landfills and the Identification of Regulatory Control Options», Control Options Report, The Proctor and Redfern Group, Toronto, janvier 1985.

READES, D. et T. CHART, «Landfill Design», compte rendu du 1er atelier annuel sur la gestion des déchets, Université de Toronto, du 17 au 20 mars 1986.

RICHARDSON, J.S., «Swan Hills Special Waste Treatment Facility Design and Operational Plan», présenté à Hazmat Waste 86 Hazardous Materials Management Conference and Exhibition, West Long Beach, Californie, du 3 au 5 décembre 1986.

Societé canadienne de géotechnique. Canadian Foundation Engineering Manual 2e édition, 456 p., The Society, Vancouver, 1985.

U.S. Environmental Protection Agency, «Paint Filter Liquids Testing Method 9095», U.S. Federal Register 50, 18370, avril 1985.

Bibliographie

Alberta Environment, «Interim Report on Site Selection Program and Public Participation for the Integrated Hazardous Waste Management System», Edmonton, Hazardous Waste Implementation Program, octobre 1981.

Alberta Environment, s.d., «Hazardous Waste Management in Alberta», Edmonton, Hazardous Waste Management Committee.

ANDERSON, D., «Does Landfill Leachate Make Clay Liners More Permeable?», *Civil Engineering*, 1er septembre 1982.

ANFUSO, G. et P. CHEREMISINOFF, «Landfills for Hazardous Waste Disposal», *Plant Engineering*, septembre 1983.

ARMOUR, Audrey, édit., 1984, «The Not-in-my-backyard Syndrome», symposium sur l'engagement du public sur la sélection des sites des installations de gestion des déchets, Université York, faculté des Études environnementales, Toronto, 13 et 14 mai 1984.

ATKINSON, J.M., «Site Selection for Hazardous Waste Management Facility», rapport présenté au séminaire sur la gestion des déchets dangereux, Centre de Conférences, Ottawa, Ontario, décembre 1979.

BEALER, R., K. MARTIN et D. CRIDER, «Sociological Aspects of Siting Facilities for Solid Waste Disposal», Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, The Pennsylvania State University, Pennsylvanie, 1982.

BELLMAN, Howard S., Cynthia SAMPSON et Gerald W. CORMICK, «Using Mediation When Siting Hazardous Waste Management Facilities: A Handbook», Office of Solid Waste, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1982.

Beveridge & Diamond, P.C., «Summary and Analysis of the Hazardous and Solid Waste Amendments of 1984», *Number 1, Hazardous Waste and Hazardous Materials*, Norman Beecher édit., printemps 1984.

BOYLE, S. B., «An Analysis of Siting New Hazardous Waste Management Facilities Through a Compensation and Incentives Approach», discussions sur la planification de l'hygiène du milieu, Paul Brandford, édit., Ithaca, New York : Cornell University, Department of City and Regional Planning and the Program in Urban and Regional Studies, Environmental Health Training Program, 1982.

British Columbia Ministry of Environment, «Special Waste Regulations», règlement 63/88.

BUDD, William W., «A Comparison of Three Risk Assessment Techniques for Evaluating a Hazardous Waste Landfill», *Hazardous Waste and Hazardous Materials, 3 (3)* : p. 309 - 320, 1986.

«Budget Office Publishes Road Map of Future Hazardous Waste Regulating Programs», *The Hazardous Waste Consultant, 3(6)* : 2.26 - 2.19, 1985a.

CAFFREY, P., David MARTIN et Robert K. HAM, «Evaluation of Environmental Impact of Landfills», *Journal of the Environmental Engineering Division*, p. 55 - 69, 1976.

CASHMAN, John R., «Management of Hazardous Waste: Treatment, Storage, Disposal Facilities», Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvanie, 1986.

Centaur Associates Inc., «Siting of Hazardous Waste Management Facilities and Public Opposition Report», SW-809, US EPA, Office of Solid Waste, Washington, D.C., 1979.

Clark-McGlennon Associates, «Negotiating to Protect Your Interests: A Handbook on Siting Acceptable Hazardous Waste Facilities in New England», préparé pour la New England Regional Commission, Boston, Massachusetts, 1980a.

Clark-McGlennon Associates, «An Introduction to Facilities for Hazardous Waste Management. A Handbook on Siting Acceptable Hazardous Waste Facilities in New England», préparé pour la New England Regional Commission, Boston, Massachusetts, 1980b.

Clark-McGlennon Associates, «Criteria for Evaluating Sites for Hazardous Waste Management. A Handbook on Siting Acceptable Hazardous Waste Facilities in New England», préparé pour la New England Regional Commission, Boston, Massachusetts, 1980c.

Clark-McGlennon Associates, «A Decision Guide for Siting Acceptable Hazardous Waste Facilities in New England», préparé pour la New England Regional Commission, Boston, Massachusetts, 1980d.

CLEVELAND, James A. *et al.*, «Using Computers for Site Selection», *Environmental Science and Technology, 13 (7)* : p. 792 - 797, 1979.

CONNER, Desmond M. et Ann C. SVENDSEN, «Overcoming the Barriers to Public Acceptance of Waste Management Facilities», compte rendu de la 8e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, du 3 au 5 septembre 1986, Halifax, Nouvelle-Écosse, Approvisionnements et Services, Ottawa, p. 1 - 11, 1986.

COPE, C.B., W.H. FULLER et S.L. WILLETS, «The Scientific Management of Hazardous Wastes», Cambridge University Press, Cambridge, Angleterre, 1983.

CORMICK, G.W. «Environmental Mediation: A Possible Approach to Siting Conflicts in Hazardous Waste Management?», un aperçu des commentaires présentés au séminaire sur la gestion des déchets dangereux, Ottawa, Ontario, 12 décembre 1979, Office of Environmental Mediation, Institute for Environmental Studies, University of Alternate Sites, The Company, Edmonton, 1979.

«Criteria for Selecting Off-site TSD Facilities for RCRA and CERCLA Response Actions Specified by EPA»,

The Hazardous Waste Consultant, 4(1) : 2.31, 1986a.

Department of the Environment Landfill Practices Review Group, «The Selection of Landfill Sites», Department of the Environment, Londres, Angleterre, 1984.

M.M. Dillon Limited, «Landfilling of Hazardous Wastes", (rapport et annexes), avril 1983.

M.M. Dillon Limited, «Alberta Special Waste Treatment Facility, Technical and External Servicing Evaluation of Alternate Sites», The Company, Edmonton, 1983a.

M.M. Dillon Limited, «Landfilling of Hazardous Wastes», rapport préparé pour la Direction de la gestion des déchets, Protection de l'environnement, Environnement Canada, 1983b.

Environment Council of Alberta, «Hazardous Waste Management in Alberta, Report and Recommendations», The Council, Edmonton, 1980.

Environment, Department of, s.d., «The Selection of Landfill Sites. WLR Technical Note Series No. 64», Landfill Practices Review Group, Land Waste Division, Londres, Angleterre.

Environnement Canada, «Les endroits de choix dans le Nord du Canada : une perspective d'Environnement Canada pour la décennie 80», Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1982.

Environnement Canada, «Aperçu du président», 6e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, Vancouver, du 7 au 9 novembre 1984.

Environnement Canada, «Guide d'utilisation de la classification des déchets dangereux (Règlement sur le transport des marchandises dangereuses)», Division de la gestion des déchets, Direction des programmes industriels, mai 1985.

Environnement Canada, «Technical Criteria for Designating Harzardous Wastes in Canada», Services de la protection de l'environnement, mai 1985.

Environnement Canada, «Compte rendu de la 8e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, du 3 au 5 septembre 1986, Halifax», Ottawa, Approvisionnements et Services, 1986.

FIELDS, T. et A. LINDSAY, «Landfill Disposal of Hazardous Wastes, a Review of Literature and Known Approaches», U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste Management Programs, Washington, D.C., septembre 1975.

GALEGAR, Jean, «Annotated Literature References on Land Treatment of Hazardous Waste», Environmental Research Institute, East Central Oklahoma State University, Ada, Oklahoma, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, Springfield, Virginie, NTIS (distributeur), 1984.

Gazette du Canada, partie II, «Règlement sur le transport des marchandises dangereuses», 6 février 1985.

«Give Me Anything But a Hazardous Waste Facility», *The Hazardous Waste Consultant, 3(6)* : 1.31 - 1.32, 1985b.

Gouvernement de l'Ontario, *«Loi de 1971 sur la protection de l'environnement, règlement 309»* (General Waste Management), juin 1985.

Great Lakes Basin Commission Staff, (The), «Earth Sciences Considerations in Siting Secure Hazardous Waste Landfills», recommandations, analyses et résultats des ateliers préparés pour la United States Geophysical Survey, 1981.

Harthhill, Michalann, édit., «Hazardous Waste Management: In Whose Backyard?» American Association for the Advancement of Science, Boulder, Colorado, Westview Press, 1984.

Hazardous Waste Dialogue Group, Members, «Siting Hazardous Waste Management Facilities: A Handbook», commandité par le Program For Environmental Dispute Resolution, The Conservation Foundation, Tavemeier, Floride, The Conservation Foundation, Chemical Manufacturers Association, National Audubon Society, 1983.

HESS, Paul J., «Groundwater Use in Canada, 1981», rapport nº 28 de l'INRH, rapport technique nº 140 de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa, Institut national de recherches en hydrologie, 1986.

Institute of Environmental Research Inc., «The Design of Public Consultation Program for Hazardous Waste Facilities», rapport préparé pour la Direction de la gestion des déchets, Pêches et Environnement Canada, Toronto, 1979.

JONES, D.H. et P.H. BEYER, «Study of Professional Needs in Social and Hazardous Waste Management», compte rendu de la 6e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, Vancouver 1984.

KRAWETZ, Natalia M., «Hazardous Waste Management. A Review of Social Concerns and Aspects of Public Involvement», Staff Report 4, Edmonton, Alberta Environment Research Secretariat, 1979.

«Location Criteria for Siting TSD Facilities May Have Broad Impact», *The Hazardous Waste Consultant, 4 (6)* : 2.1 - 2.6, 1986b.

James F. MacLaren Limited, «Interim Report to the Ministry of the Environment for Development of Treatment and/or Disposal Sites for Liquid Industrial Wastes and Hazardous Wastes», rapport préparé pour le ministère de l'Environnement, Ottawa et Toronto, 1979.

MAGORIAN, Christopher, «Public Participation and Hazardous Waste Facility Siting: An Annotated Bibliography», Pennsylvania Environmental Research Foundation, Philadelphie, Pennsylvanie, 1982.

McCoy and Associates, «Membrane Liners, Advances in the State of the Art», The Hazardous Waste Consultant, 2 (5), septembre et octobre 1984.

McCoy and Associates, «EPA Amends RCRA Interim Status Standards for Land Disposal Facilities», *The*

Hazardous Waste Consultant, 3 (4), juillet et août 1985.

McCoy and Associates, «EPA Proposes Schedule for Land Disposal Bans», *The Hazardous Waste Consultant, 3 (4),* juillet et août 1985.

McCoy and Associates, «EPA Takes Steps to Implement HSWA: Massive New Program Foreseen», *The Hazardous Waste Consultant, 3 (4),* juillet et août 1985.

McCoy and Associates, «Unique Landfill Design Provides Added Groundwater Protection», *The Hazardous Waste Consultant, 4 (2),* mars et avril 1986.

McCoy and Associates, «Stricter Rule on Landfilling of Containerized Wastes Proposed», *The Hazardous Waste Consultant, 5 (2),* mars et avril 1987.

McCoy and Associates, «Landfill Disposal Restrictions Proposed for "California List" Wastes», *The Hazardous Waste Consultant, 5 (2),* mars et avril 1987.

McMAHON, Robert *et al,* «Using Compensation and Incentives when Siting Hazardous Waste Management Facilities: A Handbook», Office of Solid Waste, Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency, 1982.

McQUAID-COOK, J., «Yes In My Backyard - Managing Special Wastes in Alberta», compte rendu de la 8e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, p. 29-37, 1986.

McQUAID-COOK, J. et K.J. SIMPSON, «Siting a Fully-Integrated Waste Management Facility», *Journal of the Air Pollution Control Association, 36 (9)* : p. 1031 - 1036, 1986.

Minnesota Waste Management Board, «Charting a Course. Public Participation in the Siting of Hazardous Waste Facilities», Crystal, Minnesota, 1981.

MONTAGUE, Peter, «Hazardous Waste Landfills: Some Lessons from New Jersey», Civic Engineering ASCE, septembre 1982.

MORELL, D. et C. MAGORIAN, «Siting Hazardous Waste Facilities: Local Opposition and the Myth of Preemption», Balinger Publishing, Cambridge, Massachusetts, 1982.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), «Occupational Safety and Health Guidelines Manual for Hazardous Waste Activities», publication n° 85-115, octobre 1985.

O'HARE, M., L. BARON et D. SANDERSON, «Facility Siting and Public Opposition», Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1984.

«Ontario Zeroes in on a Waste Management Site: Exhaustive Site-Selection Process Described», *The Hazardous Waste Consultant, 3 (6)* : 2.5 - 2.12, 1985c.

Organisation du Traité de l'Atlantique Nord, «Disposal of Hazardous Wastes. Recommended Procedures for Hazardous Waste Management», n° 62, Comité sur les défis de la société moderne.

PICHER, M., «Mediating the Siting of Waste Disposal Facilities - Two Views: The Mediator's Perspective», Canadian

Environmental Mediation Newsletter 1(1) : 1-2, 1986.

REDHEAD, Robert J. «Tricil's Sarnia Application, Public Participation: An Exercise in Frustration - Or Was It», compte rendu de la 8e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, p. 39 - 42, 1986.

Reid Crowther and Partners Ltd., «Remedial Measures for the PCB Spill at Federal Pioneer Limited in Regina», rapport préparé pour le ministère de l'Environnement de la Saskatchewan, Calgary, 1980.

Reid Crowther and Partners Ltd., «Hazardous Wastes in Northern and Western Canada, The Need for a Waste Management Strategy», rapport préparé pour Environnement Canada et d'autres, 3 vol., Calgary, 1980-1981.

SCACE, R.C. et J.G. NELSON, édit., «Compte rendu de l'Assemblée canadienne sur le patrimoine de demain, Assemblée canadienne sur les parcs nationaux et les régions protégées», 5 vol., Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1986-1987.

SCHOMAKER, N.B., «Hazardous Waste Landfill Research, U.S.E.P.A. Program», U.S. Environmental Protection Agency, Land Pollution Control Division, Cincinnati, Ohio, novembre 1986.

SCOTT, M.P., «Strategies for Land Disposal of Hazardous Wastes», rapport présenté à une réunion du Northern Eastern District Centre, Newcastle, décembre 1977.

«Selecting an Off-site Hazardous Waste Disposal Facility», *The Hazardous Waste Consultant, 4 (6)* : 3.5 - 3.7, 1986c.

SELIG, Edward, «Institutional Arrangements for Developing Hazardous Waste Facilities in New England», préparé pour Clark-McGlennon Associates, Inc. et présenté à la New England Regional Commission, divers rapports, 1980.

Société ontarienne de gestion des déchets, «Phase One Background Study Reports», The Corporation, diverses publications, Toronto, 1982-1983.

Société ontarienne de gestion des déchets, «Phase Three Interim Background Study Reports», The Corporation, Toronto, diverses publications, 1983-1984.

Société ontarienne de gestion des déchets, «Site Selection Process, Place 3B" Selection of Candidate Sites», 16 vol., The Corporation, Toronto, 1984.

Société ontarienne de gestion des déchets, «Facilities Development Process Phase 4A Report: The Selection of a Preferred Site», septembre 1985.

Société ontarienne de gestion des déchets, «Facilities Development Process, Phase 4A Report: The Selection of a Preferred Site», The Corporation, Toronto, 1985.

SHRYBMAN, S., «Mediating the Siting of Waste Disposal Facilities - Two Views: A Participant's Perspective», *Canadian Environmental Mediation Newsletter 1 (1)* : 2-4, 1986.

SHUCKROW, A., A. PAJAK et C. J. TOUHILL, «Management of Hazardous Waste Leachate», U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, septembre 1980.

SHUCKROW, A., A. PAJAK et C.J. TOUHILL, «Hazardous Waste Leachate Management Manual», Noyes Data Corporation, New Jersey, 1982.

SITTIG, Marshall, «Landfills Disposal of Hazardous Wastes and Sludges», Noyes Data Corporation, New Jersey, 1979.

Stanley Associates Engineering Ltd., «Waste Management in the North: A Discussion Paper», préparé pour la Direction générale de l'environnement, Affaires indiennes et du Nord Canada, Edmonton, 1986.

Tascherau, P.M., «The Status of Ecological Reserves in Canada», Conseil canadien des aires écologiques, Ottawa, 1985.

Task Force on Geotechnical Aspects of Waste Disposal, «Report to NRC Associate Subcommittee on Geotechnical Research», février 1982.

U.S. Environmental Protection Agency, «Draft Environmental Impact Statement on the Proposed Guidelines for the Landfill Disposal of Solid Waste», Office of Solid Waste, Washington, D.C., mars 1979.

U.S. Environmental Protection Agency, «Criteria for Classification of Solid Waste Disposal Facilities and Practices, Final, Interim Final, and Proposed Regulations», *Federal Register 44 (179)*, 13 septembre 1979.

U.S. Environmental Protection Agency, «Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment, Storage and Disposal Facilities. Interim Status Standards for Landfills», National Technical Information Service, Washington, D.C., avril 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, «Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities under RCRA, Subtitle C, Section 3004 Interim Status Standards for Closure and Post-Closure Care», Office of Solid Waste, Washington, D.C., avril 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, «Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities Under RCRA, Subtitle C, Section 3004, Standards for Preparedness and Prevention Standards for Contingency Plan and Emergency Procedures», Office of Solid Waste, Washington, D.C., avril 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, «Hazardous Waste Management System. Standards Applicable to Generators of Hazardous Waste», *Federal Register, 45 (98)*, 19 mai 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, «Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities, Groundwater Monitoring», Washington, D.C., mai 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, «Questions and Answers on Hazardous Waste Regulations», Office of Water

and Waste Management, novembre 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, «Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities, General Facility Standards for Location», Washington, DC, décembre 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, «40 CFR Parts 122, 264, and 265, Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment Storage, and Disposal Facilities; Consolidated Permit Regulations», *Federal Register, 46 (7)*, p. 2802 - 2818, 12 janvier 1981.

U.S. Environmental Protection Agency, «Incinerator Standards for Owners and Operators of Hazardous Waste Management Facilities, Interim Final Rule and Proposed Rule», *Federal Register, 46 (15)*, 23 janvier 1981.

U.S. Environmental Protection Agency, «Hazardous Waste Management System, Standards Applicable to Owners and Operators of Treatment, Storage, and Disposal Facilities and Permit Program», *Federal Register, 46 (24)*, 5 février 1981.

U.S. Environmental Protection Agency, «Standards Applicable to Hazardous Waste Land Disposal Facilities, Proposed and Temporary Interim Final Regulations», *Federal Register, 46 (30)*, 13 février 1981.

U.S. Environmental Protection Agency, «Hazardous Waste Management System: General Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities», Washington, D.C., juillet 1981.

U.S. Environmental Protection Agency, «Hazardous Waste Management System: General Standards Applicable to Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities and Hazardous Waste Permit Program», Office of Solid Waste, Washington, D.C., juillet 1981.

U.S. Environmental Protection Agency, «Draft Permit Guidance Manual on Unsaturated Zone Monitoring for Hazardous Waste Land Treatment Units», Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C., décembre 1984.

U.S. Environmental Protection Agency, «Hazardous Waste: Generation of Hazardous Wastes (100 to 1000 kilograms per Month), On Site Storage, etc.; Final Rule», *U.S. Federal Register, 40 (10146)*, 24 mars 1986.

U.S. Environmental Protection Agency, «Closure/Post-Closure and Financial Responsibility Requirements. Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities», Office of Solid Waste, Washington, D.C., avril 1986.

U.S. Environmental Protection Agency, «Restrictions on the Placement of Non-hazardous Liquids in Hazardous Waste Landfills», Land Disposal Branch, Office of Solid Waste, National Technical Information Service, Washington, D.C., avril 1986.

U.S. Environmental Protection Agency, «Prohibition on the Placement of Bulk Liquid Hazardous Waste in Landfills: Statutory and Interpretive Guidance», National Technical Information Service, Washington, D.C., 11 juin 1986.

U.S. Environmental Protection Agency, «40 CRR Parts 264 and 270, Hazardous Waste Management System, Groundwater Monitoring, Proposed Rule», *Federal Register, 51 (142)*, 24 juillet 1986.

WARD, B. et Christopher HARRIS, «The 1984 Hazardous and Solid Waste Amendments: A Bold Experiment in Hazardous Waste Management», *Journal of Air Pollution Control Association, 35 (3)*, mars 1985.

Water Management Steering Committee, Working Group V, «The Incorporation of the Reasonable Use Concept into the Groundwater Management Activities of the Ministry of the Environment", Direction des ressources en eau du ministère de l'Environnement de l'Ontario, juillet 1984.

WHITE, D.C., «EPA Program for Treatment Alternatives for Hazardous Waste», *Journal of the Air Pollution Control Association, 35 (4)*, avril 1985.

WILLAMS, John R. et G.D. WILLSON, «A Guide to Public Consultation/ Environmental Mediation or What's in a Blend», compte rendu de la 8e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, p. 43 - 47, 1986.

ZEISS, C., «The Financial and Social Costs of Waste Disposal», thèse de M. Sc., School of Community and Regional Planning, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, 1984.

ZEISS, C. et James ATWATER, «The Impacts of Waste Disposal Facility on Residential Communities: A Perspective for Research Proceedings», 8e Conférence canadienne sur la gestion des déchets, p. 15 - 27, 1986.